

11-22-04

Express Mail No. EV 346 812 128 US 12W

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of: Thierry BARGE et al.

Confirmation No. 1501

Application No.: 10/775,865

Group Art Unit: 3724

Filing Date: February 9, 2004

Examiner:

For: APPARATUS AND METHOD FOR SPLITTING  
SUBSTRATES

Atty. Docket No.: 4717-13200

**SUBMISSION OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, Virginia 22313-1450

Sir:

Applicants have claimed priority of French application no. FR0110537  
filed August 7, 2001, under 35 U.S.C. § 119. In support of this claim, a certified copy of  
said application is submitted herewith.

No fee or certification is believed to be due for this submission. Should  
any fees be required, however, please charge such fees to Winston & Strawn LLP Deposit  
Account No. 50-1814.

Respectfully submitted,

Date:

11/19/04

Allan A. Fanucci (Reg. No. 30,256)

WINSTON & STRAWN LLP  
CUSTOMER NO. 28765  
(212) 294-3311

Enclosures

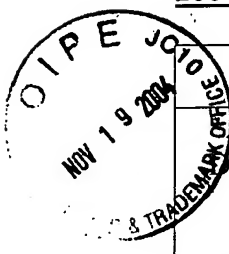
NY:868025.1

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

EXPRESS MAIL LIST

To:  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

The following items listed below are being filed herewith with the USPTO on November 19, 2004.

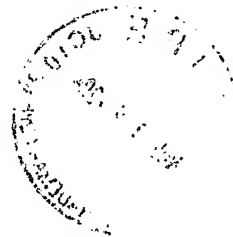


Express Mail No. <b>EV 346 812 128 US</b>			
Attorney Socket No.	Appln. Serial No./ Patent No.	Items - Documents filed on <u>November 19, 2004</u>	Patent Fees- Acct. #50- 1814
4717-13200	<b>10/775,865</b>	Submission of Certified Priority Document FR0110537	<b>0</b>

*Please acknowledge receipt of these items as received by returning  
the enclosed postcards with the date of receipt of November 19, 2004.*

NY:906514.11

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**







2

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 09 NOV. 2004

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint-Petersbourg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
www.inpi.fr

THIS PAGE BLANK (USPTO)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11354\*01

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE

page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 540 W / 300301

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>7 AOÛT 2001</b> LIEU <b>75 INPI PARIS</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0110537</b> DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>- 7 AOÛT 2001</b>		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE  <b>Cabinet REGIMBEAU</b> <b>20, rue de Chazelles</b> <b>75847 PARIS CEDEX 17</b> <b>FRANCE</b>	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <i>(facultatif)</i> 239271 D19618 JC		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>	
Demande de brevet		<input checked="" type="checkbox"/>	
Demande de certificat d'utilité		<input type="checkbox"/>	
Demande divisionnaire		<input type="checkbox"/>	
<i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i>		N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<input type="checkbox"/> N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>  Dispositif de décollement de substrats et procédé associé.			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR</b>		<input checked="" type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
Nom ou dénomination sociale		S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES	
Prénoms			
Forme juridique			
N° SIREN		SOCIÉTÉ ANONYME	
Code APE-NAF		384711909	
Adresse	Rue	Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN	
	Code postal et ville	_____	
	Pays		
Nationalité		FRANCE	
N° de téléphone <i>(facultatif)</i>		Française	
N° de télécopie <i>(facultatif)</i>			
Adresse électronique <i>(facultatif)</i>			

Remplir impérativement la 2<sup>ème</sup> page

REMISE DES PIÈCES DATE LIEU <b>7 AOUT 2001</b> N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI <b>0110537</b>		Réservé à l'INPI		UB 540 W / 300301
<b>Vos références pour ce dossier :</b> (facultatif)		239271 D19618 JC		
<b>6 MANDATAIRE</b>				
Nom Prénom Cabinet ou Société		Cabinet REGIMBEAU		
N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel				
Adresse Rue Code postal et ville		20, rue de Chazelles 75847 PARIS CEDEX 17		
N° de téléphone (facultatif) N° de télécopie (facultatif) Adresse électronique (facultatif)		01 44 29 35 00 01 44 29 35 99 info@regimbeau.fr		
<b>7 INVENTEUR (S)</b>				
Les inventeurs sont les demandeurs		<input type="checkbox"/> Oui <input checked="" type="checkbox"/> Non Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée		
<b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b>		Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)		
Établissement immédiat ou établissement différé		<input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat <input type="checkbox"/> Établissement différé		
Paiement échelonné de la redevance		Paiement en deux versements, uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Oui <input type="checkbox"/> Non		
<b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>		Uniquement pour les personnes physiques <input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition) <input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt (joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence) :		
Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes				
<b>10 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		<b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b> M. BLANCANEUX		

5 La présente invention concerne de manière générale le traitement des matériaux, et plus particulièrement de substrats pour l'électronique, l'optique ou l'optroélectronique.

Plus précisément, l'invention concerne un dispositif permettant de décoller, selon un plan de décollement, deux tranches de matériau  
10 initialement accolées l'une à l'autre. Et l'invention concerne un procédé mis en œuvre par un tel dispositif.

Comme on va le voir, l'invention s'applique à des tranches de matériau qui sont accolées ensemble avec des degrés de cohésion mécanique variables.

15 On précise que par « tranches accolées » on entend des tranches positionnées de manière à être en contact physique.

Et des tranches « accolées » peuvent ainsi :

- être encore reliées par des éléments de structure (c'est le cas notamment pour des tranches définissant entre elles un plan de fragilisation tel qu'évoqué ci-dessous, et qui ont subi un traitement – par  
20 exemple thermique - permettant de réaliser un clivage seulement partiel des deux tranches de part et d'autre du plan de fragilisation),
- ou au contraire n'être reliées par aucun élément structurel, mais rendues solidaires seulement par l'intermédiaire de forces telles que  
25 celles correspondant à un « effet ventouse » entre les surfaces accolées mais disjointes des deux tranches, et/ou de forces de Van der Waals (c'est la cas notamment pour des tranches initialement issues d'un même substrat, entre lesquelles on a défini un plan de fragilisation, et qui ont subi un traitement thermique ou autre permettant de réaliser un  
30 clivage complet entre les deux tranches de part et d'autre du plan de fragilisation).

Les deux tranches accolées forment ainsi un ensemble, que l'on appellera substrat.

Et outre le décollement des tranches lui-même, l'invention s'applique  
35 également à la manutention de telles tranches, après leur décollement.

5 On précise que l'invention s'applique à tous types de tranches de matériaux qui sont accolées ensemble et que l'on désire décoller de manière contrôlée et précise.

Ainsi, l'invention s'applique au décollement des tranches d'une structure de type SOI (acronyme correspondant à l'appellation anglo-saxonne de Silicon On Insulator pour silicium sur isolant), mais également  
10 de type SOA (acronyme correspondant à l'appellation anglo-saxonne de Silicon On Anything pour silicium sur matériau quelconque), ou même de type AOA (acronyme correspondant à l'appellation anglo-saxonne de Anything On Anything pour matériau quelconque sur matériau quelconque).

15 On précise toutefois qu'une application particulièrement avantageuse de l'invention, qui sera décrite ci-dessous à titre d'exemple non limitatif, concerne le décollement des tranches d'une structure de type SOI.

Un procédé de fabrication de substrats de type SOI qui est connu sous le nom générique de procédé SMARTCUT<sup>®</sup>, comprend les étapes  
20 principales suivantes :

- Une étape d'implantation d'espèces (ions ou atomes) à une profondeur donnée d'un substrat de matériau semiconducteur tel que du silicium monocristallin, afin de définir dans le substrat un plan de fragilisation,
- Une étape de fixation de ce substrat sur un raidisseur tel que par  
25 exemple du silicium éventuellement oxydé en surface, puis
- Une étape de clivage destinée à assurer au moins partiellement une fracture selon le plan de fragilisation défini au niveau de la couche d'espèces implantées. Une tranche se trouve ainsi de chaque côté de la fracture (une première tranche correspondant à la partie du substrat de  
30 silicium monocristallin qui a été détachée et éventuellement fixée sur le raidisseur, pour constituer le SOI, et une deuxième tranche qui correspond au reliquat de silicium).

Dans certains cas, si les deux tranches du substrat situées de part et d'autre du plan de fragilisation sont suffisamment épaisses pour présenter  
35 elles-mêmes un minimum de tenue mécanique, l'étape de fixation sur un raidisseur peut être omise.

5 On peut également faire croître directement un substrat de silicium sur le raidisseur, au lieu de fixer le substrat sur le raidisseur.

On trouvera un exemple de description générale d'un procédé de ce type dans le document FR 2 681 472.

Dans ce type de procédé, que la fracture qui est réalisée lors de  
10 l'étape de clivage soit complète ou partielle, les deux tranches restent dans la pratique en adhérence l'une à l'autre (par simple effet de ventouse dans le cas où la fracture a été complète, les faces des tranches étant extrêmement lisses).

Il demeure donc dans tous les cas nécessaire de finaliser leur  
15 décollement pour obtenir d'une part le substrat SOI final, et d'autre part le reliquat du silicium monocristallin, qui pourra être recyclé dans le procédé.

On rappelle par ailleurs que l'invention, si elle s'applique  
avantageusement au décollement de paires de tranches dont une tranche  
correspond à un SOI, et en particulier au décollement de telles paires de  
20 tranches issues d'un procédé SMARTCUT®, n'est pas limitée à cette application.

On retrouve ainsi dans de nombreuses structures à deux tranches,  
cette problématique d'adhérence (ne serait ce que par effet ventouse) entre  
les deux tranches, qu'il faut alors décoller. Et l'invention s'applique ainsi au  
25 décollement des tranches de toute structure de type SOI, SOA ou AOA.

Dans le cas où les dimensions (épaisseur en particulier) des  
tranches les rendent fragiles, et/ou dans le cas où le matériau des tranches  
est délicat, un tel décollement des deux tranches doit naturellement être  
conduit avec les plus grandes précautions pour écarter les tranches l'une  
30 de l'autre, avec si nécessaire la réalisation ou l'achèvement de la fracture,  
sans risquer de détériorer les deux tranches.

Ceci est le cas en particulier dans le cas du décollement d'un  
substrat SOI d'avec son reliquat de silicium monocristallin, qui constitue  
comme on l'a dit une application préférée, bien que non limitative, de  
35 l'invention.

5 Dans cette application préférée, l'opération de décollement est en général effectuée manuellement, par un opérateur particulièrement expérimenté.

L'opérateur peut par exemple introduire dans le chant du substrat de silicium, à la hauteur du plan de clivage (qui correspond au plan de  
10 fragilisation), une lame acérée ou analogue permettant, par effet de coin, d'assurer le décollement des deux tranches.

Cette opération risque d'induire des chocs ou des frottements entre les faces en vis-à-vis des deux tranches, et donc de les détériorer.

En outre, cette opération manuelle est longue et fastidieuse, et les  
15 cadences de production en sont largement tributaires.

Enfin, notamment dans le cas où la fracture entre les deux tranches doit être terminée par le processus de décollement lui-même, les sollicitations apportées au substrat doivent être importantes, et l'opération manuelle évoquée ci-dessus devient inadaptée, voire dangereuse.

20 On comprend donc qu'il serait particulièrement avantageux de pouvoir proposer un procédé et un dispositif qui permettent de réaliser un décollement de manière rapide, fiable et reproductible, et qui en outre évite tout contact entre les faces des tranches lorsqu'elles sont en cours de décollement en vue de prévenir tout risque de rayure ou de dépôt de  
25 particules sur les faces desdites tranches.

La demande de brevet FR 98 13660 au nom de la Demanderesse expose un procédé et un dispositif qui visent à répondre à ce besoin.

Un objectif de la présente invention est de proposer encore une amélioration à ce procédé et à ce dispositif, qui soit en outre applicable au  
30 décollement de tranches de structures non seulement SOI, mais également SOA ou AOA.

En particulier, la présente invention vise à permettre d'augmenter encore les cadences de production qui peuvent être atteintes (par exemple, dans le cas du décollement de substrats SOI).



5 L'invention vise également à permettre le décollement de tranches, en sollicitant le moins possible les faces de ces tranches qui sont opposées au plan de clivage entre les deux tranches.

Et l'invention vise également à permettre d'effectuer automatiquement les premières étapes de manutention des tranches de  
10 chaque substrat, après leur décollement.

Afin d'atteindre ces buts, l'invention propose selon un premier aspect un dispositif de décollement de substrat, ledit substrat comprenant deux tranches accolées définissant entre elles un plan de clivage, caractérisé en ce que le dispositif comprend :

- 15 ➤ des moyens pour alimenter des moyens de décollement avec une pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de substrats,
- des moyens de décollement des tranches desdits substrats,
- et des moyens pour réaliser un déplacement contrôlé de certaines  
20 tranches de substrats après leur décollement selon une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrats,
- de sorte que le dispositif est apte à réaliser le décollement de la pluralité de substrats.

Des aspects préférés, mais non limitatifs du dispositif selon  
25 l'invention sont les suivants :

- les moyens de décollement permettent de réaliser un décollement simultané des tranches desdits substrats,
- les moyens de décollement permettent de réaliser un décollement séquentiel des tranches desdits substrats,
- 30 • les moyens d'alimentation en substrats comprennent un poussoir apte à soulever les substrats rangés dans un support de type berceau,
- la machine comporte les aspects suivants :
  - Les moyens de décollement du dispositif comprennent un premier ensemble de peigne formant mâchoire comportant au  
35 moins deux mâchoires mobiles situées de part et d'autre d'un espace destiné à recevoir les substrats,

- 5           ➤ les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
- chaque mâchoire comprenant elle-même une première et une deuxième parties,
- 10           ➤ les deux parties de chaque mâchoire comportant des logements concaves correspondants pour recevoir et maintenir les substrats,
- la géométrie desdits logements correspondants étant adaptée pour, suite au resserrement des première et deuxième parties des deux mâchoires sur les substrats, solliciter en écartement les deux tranches de chaque substrat par coopération de formes des
- 15           logements des premières parties des deux mâchoires et des deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement,
- les deux mâchoires du premier ensemble de peigne sont identiques,
  - dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne, les logements concaves des première et deuxième parties de mâchoire comprennent

20           un élément saillant central tel qu'une arête, destiné à engager un substrat au niveau de son plan de clivage, ledit élément saillant définissant un plan général dans lequel il s'étend,

  - dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne :

25           ➤ chaque logement concave de la première partie de mâchoire présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre dudit élément saillant :

    - ✓ une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour coopérer avec un premier côté du substrat, et

30           ✓ une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec un deuxième côté du substrat,

35           ➤ de sorte que lors du resserrement des premières parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat dispose, par

- 5 rapport auxdites premières parties et selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat,
- dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne:
- 10 ➤ chaque logement concave de la deuxième partie de mâchoire présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre dudit élément saillant :
- ✓ une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour
- 15 coopérer avec ledit deuxième côté dudit substrat, et
- ✓ une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec ledit premier côté dudit substrat,
- 20 ➤ de sorte que lors du resserrement des deuxièmes parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat dispose, par rapport auxdites deuxièmes parties et selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de
- 25 liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat,
- de manière à solliciter les deux tranches en écartement lors du resserrement du premier ensemble de peigne sur le substrat,
- dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la première
- 30 partie comprend deux membres agencés de part et d'autre de la deuxième partie,
- dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la deuxième partie est mobile par rapport à la première partie,
- les moyens pour réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches
- 35 de substrats après leur décollement comprennent des moyens de déplacement relatif en translation de la deuxième partie de chaque

- 5 mâchoire par rapport à la première partie de chaque mâchoire respective, selon une direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant,
- le dispositif comprend en outre un deuxième ensemble de peigne, dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les substrats  
10 indépendamment des première et deuxième parties,
  - le deuxième ensemble de peigne comporte en outre une pluralité de passages pour laisser passer certaines tranches,
  - le dispositif comprend en outre trois stations, dont une première station pour recevoir au moins un substrat à décoller, et deux stations pour  
15 recevoir chacune une tranche respective de chaque substrat décollé,
  - le ou les ensemble(s) de peigne est (sont) monté(s) mobile(s) par rapport aux stations et il est prévu des moyens pour déplacer le(s)dit(s) ensemble(s) de peigne en regard de chaque station, sélectivement,
  - chaque station est pourvue d'un poussoir respectif,
  - 20 • le poussoir associé à la première station comporte des logements pour recevoir des substrats, le poussoir associé aux autres stations comportant des logements pour recevoir respectivement une des tranches issues du décollement de chaque substrat,
  - chaque logement du poussoir associé à la première station comporte en  
25 outre un élément saillant dans sa région médiane, pour engagement au niveau du plan de clivage du substrat,
  - le dispositif comporte les aspects suivants :
    - le dispositif comprend un séparateur apte à être déplacé entre  
30 une position dans laquelle les substrats sont dégagés du séparateur, et une position dans laquelle les substrats sont attaqués par le séparateur,
    - le dispositif comprend également un premier peigne dédié à la  
préhension des substrats suite à l'attaque desdits substrats par  
ledit séparateur, et comportant au moins deux mâchoires  
35 mobiles,

- 5           ➤ les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
- chaque mâchoire comportant des logements espacés d'une manière désirée, de sorte que suite au resserrement desdites mâchoires sur les substrats, les tranches des substrats se
- 10           trouvent espacées de ladite manière désirée,
- ledit séparateur a une section transversale en forme de coin saillant,
    - le dispositif comprend au moins deux stations, dont une station dédiée au décollement et une station dédiée au déchargement des tranches décollées,
- 15           • chaque station est pourvue d'un poussoir respectif,
- le poussoir de la station dédiée au décollement comporte des logements destinés à recevoir les substrats, logements dont la section présente un profil de forme générale en « V »,
    - la forme détaillée desdits logements du poussoir est en « W », une
- 20           arête centrale étant prévue au fond de chaque logement,
- le dispositif comprend également un deuxième peigne, dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les substrats indépendamment des première et deuxième parties,
  - le deuxième peigne comporte en outre une pluralité de passages
- 25           pour laisser passer certaines tranches,
- le dispositif comprend également un guide destiné à positionner les substrats de façon précise.

Selon un deuxième aspect, l'invention propose également un procédé de décollement de substrat comprenant deux tranches accolées

30           définissant entre elles un plan de clivage, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :

- Manipuler une pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de substrats, pour les amener en regard de moyens de décollement,

- 5      • réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement selon une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrat.

Des aspects préférés, mais non limitatifs du procédé selon l'invention sont les suivants :

- 10      • le procédé comprend en outre la manipulation des tranches décollées de manière à constituer deux lots, chaque lot comprenant une tranche respective de chaque substrat, et à déposer chacun des deux lots dans un emplacement respectif,
- le procédé comprend les étapes consistant à :
- 15      ➤ Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
- Resserrer les première et deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur chaque substrat, de manière à maintenir chaque substrat et solliciter en écartement les deux
- 20      tranches de chaque substrat par coopération de formes des logements des premières parties des deux mâchoires et des deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement,
- lors dudit resserrement, la coopération de forme des logements des premières parties des deux mâchoires provoque en outre un décalage
- 25      contrôlé entre les deux tranches de chaque substrat, selon une direction perpendiculaire au plan de clivage,
- le décollement est réalisé lors dudit décalage contrôlé,
- suite audit resserrement on desserre les première et deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne de manière à relâcher
- 30      les tranches séparées, et on resserre des mâchoires d'un deuxième ensemble de peigne, de manière à retenir uniquement certaines tranches de substrat,
- on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose

- 5 la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième tranche décollée dans un deuxième contenant,
- procédé comprend les étapes consistant à :
    - Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
    - 10 ➤ Resserrer les parties du séparateur sur chaque substrat, de manière à réaliser le décollement des deux tranches de chaque substrat,
    - Resserrer sur les tranches de substrat décollées des mâchoires permettant de maintenir les tranches,
  - 15 • préalablement au resserrement des mâchoires on maintient les tranches décollées dans des logements de poussoir en forme générale de « V »,
    - préalablement au décollement on maintient les substrats à l'aide d'un guide,
    - suite au resserrement desdites mâchoires permettant de maintenir les
    - 20 tranches, on resserre sur ces mêmes tranches d'autres mâchoires permettant de retenir seulement certaines tranches,
    - on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième
    - 25 tranche décollée dans un deuxième contenant.

Selon un troisième aspect, l'invention propose également l'application d'un procédé tel que mentionné ci-dessus, pour le décollement de substrats issus d'un procédé de type SMARTCUT®, une première tranche du substrat correspondant à un SOI, l'autre tranche correspondant

30 à un reliquat de matériau semiconducteur tel que du silicium monocristallin.

D'autres aspects, buts et avantages de l'invention apparaîtront mieux à la lecture de la description suivante de formes préférées de réalisation de l'invention, faite en référence aux dessins annexés sur lesquels :

- Les figures 1 à 4 sont des vues d'une première machine permettant de
- 35 mettre en œuvre l'invention selon un premier mode principal de réalisation de l'invention. Plus précisément, sur ces figures :

- 5        ✓ La figure 1 est une vue de devant schématique d'ensemble de la première machine, sur laquelle une direction de perspective P1 est définie,
- ✓ La figure 2 est une vue plus détaillée d'une partie de la première machine, selon la perspective P1,
- 10       ✓ La figure 3 est une vue encore plus détaillée de deux éléments de la première machine représentés sur la figure 2,
- ✓ La figure 4 est une vue de détail d'une autre partie de la première machine,
- Les figures 5 à 8 sont des vues d'une autre machine permettant de  
15       mettre en œuvre l'invention selon un deuxième mode principal de réalisation de l'invention. Plus précisément, sur ces figures :
- ✓ La figure 5 est une représentation schématique d'ensemble de la deuxième machine, en élévation de dessus,
- ✓ La figure 6 est une représentation schématique d'un substrat  
20       positionné par rapport à certains éléments essentiels de la deuxième machine,
- ✓ Les figures 7 et 8 sont deux représentations schématiques d'un substrat, illustrant le positionnement dudit substrat par rapport à certains éléments de la deuxième machine.
- 25       La description qui suit va être faite en référence à une application préférée de l'invention, qui concerne le décollement de substrats comportant un plan de clivage définissant deux tranches, une tranche correspondant à un SOI ou un SOA (acronyme de Silicon On Anything pour silicium sur un matériau quelconque), alors que l'autre tranche correspond  
30       au reliquat de silicium.

On rappelle toutefois ici encore que l'invention n'est pas limitée à cette application: l'invention peut ainsi également concerner tout substrat correspondant à une structure de type SOI, SOA mais également AOA, et comportant deux tranches séparées par un plan de clivage (le clivage  
35       pouvant être pratiquement achevé de sorte que les deux tranches ne restent accolées l'une à l'autre que par un effet ventouse, le clivage



5 pouvant également être à achever car d'autres forces de cohésion – pouvant résulter de l'existence de liens structuraux – demeurent entre les deux tranches).

On précise également que les tranches des substrats à décoller peuvent être homogènes, ou non. En particulier, ces tranches peuvent  
10 comprendre des composants électroniques ou électro-optiques, lesdits composants pouvant être à l'état fini, ou intermédiaire.

Revenant à l'application préférée de l'invention, chacun des substrats à décoller (c'est à dire dont on souhaite décoller les deux tranches) a typiquement subi les étapes principales du procédé  
15 SMARTCUT® telles que décrites ci-dessus.

Une première tranche correspond ainsi à un SOI, l'autre tranche correspondant à un reliquat de matériau semiconducteur tel que du silicium monocristallin.

La première tranche peut également correspondre à un SOA, dans le  
20 cas où la fine tranche de silicium que l'on a constituée dans le substrat de silicium par la création du plan de clivage et l'opération de clivage elle-même est associée à un raidisseur de type quelconque (quartz ou autre).

En tout état de cause, on souhaite traiter des substrats comportant deux tranches situées de part et d'autre d'un plan de clivage, de manière à  
25 décoller les deux tranches l'une de l'autre.

En référence maintenant à la figure 1, on a représenté de manière schématique une machine 1 correspondant à un premier mode principal de réalisation de l'invention.

On précise en référence à toutes les figures que la direction verticale  
30 est représentée si besoin par la direction Z.

La machine 1 comprend une base fixe 11, représentée dans la partie basse de la figure. La base 11 est surmontée d'un ensemble 12, qui est mobile selon une direction X liée à la machine.

Sur la base 11 sont définies trois stations ST1, ST2 et ST3,  
35 l'ensemble mobile 12 étant apte à se déplacer en regard de chacune des trois stations.

5        La station ST1 est destinée à accueillir une nacelle de quartz N, qui peut contenir une pluralité de substrats S. Une contenance typique de la nacelle, correspondant à l'exemple de la figure 1, est de 25 substrats (la figure 1 en représentant moins, dans un simple but de clarté).

Les substrats peuvent avoir un diamètre de 200 mm.

10       Les substrats S sont alignés dans la nacelle selon une direction de rangement de substrats Y.

Des logements régulièrement répartis selon la direction de rangement des substrats sont prévus à cet effet dans la nacelle, de sorte que les substrats sont répartis régulièrement selon un pas de référence  
15       (« pitch » selon la terminologie anglo-saxonne) donné.

La nacelle N peut être issue directement d'un four dans lequel les substrats S ont subi un traitement thermique en vue de provoquer ou préparer le clivage de chaque substrat en deux tranches (une tranche de SOI ou SOA, et une tranche de reliquat de silicium).

20       Et comme on l'a dit, le clivage de ces substrats en deux tranches doit être finalisé (c'est à dire que l'on doit maintenant décoller les deux tranches l'une de l'autre).

Comme on va le voir, la machine permet ainsi de décoller la pluralité de substrats.

25       Et le décollement de la pluralité de substrats peut en outre être réalisé simultanément, ou avec un pas temporel contrôlé entre le décollement de deux substrats voisins. En tout état de cause, on améliore ainsi sensiblement les cadences de décollement atteintes avec les procédés et dispositifs connus.

30       Les stations ST2 et ST3 sont destinées à accueillir deux cassettes respectives K2 et K3.

Les cassettes K2 et K3 sont du type habituellement utilisées pour contenir et transporter des tranches de silicium.

Et ces cassettes comportent elles aussi des logements régulièrement  
35       disposés sur la longueur de leurs parois internes selon le même pas que le pas de référence des logements de la nacelle, pour recevoir les tranches

5 issues du décollement des substrats qui étaient contenus dans la nacelle N (on va expliquer plus en détail ci-dessous le déroulement du procédé de décollement).

Chaque cassette comporte ainsi le même nombre de logements que la nacelle (25 en l'occurrence), chaque logement d'une cassette devant  
10 recevoir une des deux tranches issues du décollement d'un substrat.

La nacelle N et les deux cassettes sont disposées sur leurs stations respectives de sorte que la direction de rangement des substrats de la nacelle soit parallèle à la direction de rangement des tranches dans les deux cassettes.

15 On remarquera cependant que les deux cassettes sont disposées « tête bêche » ; en effet le H-BAR de la cassette K2 est orienté vers l'avant de la machine (c'est à dire qu'il nous fait face sur la représentation de la figure 1), alors que le H-BAR de la cassette K3 est orienté vers l'arrière de la machine.

20 Le H-BAR de la nacelle est quant à lui orienté vers l'avant de la machine.

On rappelle que le H-BAR définit par convention le côté d'un contenant (nacelle ou cassette par exemple) qui correspond aux « faces arrières » des substrats ou tranches qui sont dans ce contenant.

25 Ainsi, dans un tel contenant, tous les substrats ou toutes les tranches sont disposé(e)s parallèlement selon une direction de rangement, la face arrière de chaque substrat ou chaque tranche étant tournée du côté du H-BAR du contenant.

On rappelle également que la face arrière d'un substrat est la face  
30 opposée à la face active, sur laquelle on désire réaliser des traitements spécifiques (constitution de structures électroniques, optiques, ...).

Et dans chaque cassette sont prévus des logements régulièrement espacés selon la direction de rangement des tranches, selon un pas égal au pas de référence défini par la nacelle N pour recevoir les tranches.

5 A chaque station ST1, ST2, ST3 est associé un poussoir (« pusher » selon la terminologie anglo-saxonne répandue), qui est sur la figure 1 escamoté dans la base 11.

Le poussoir de chaque station peut être déployé vers le haut pour s'engager dans des ouvertures laissées libres entre les éléments de  
10 structure portant les logements dans la partie basse de la nacelle (pour le poussoir de la station ST1) ou de la cassette (pour les poussoirs des stations ST2 et ST3), et venir soulever les substrats ou les tranches de leur nacelle ou cassette associé(e).

Chaque poussoir peut ainsi « traverser » sa nacelle ou cassette  
15 associée vers le haut pour « cueillir » les substrats ou tranches qui y étaient contenu(e)s.

A cet égard, les poussoirs sont également munis de logements concaves qui s'étendent de manière régulièrement espacée, selon la direction de rangement des substrats ou des tranches, avec le même pas  
20 que mentionné précédemment pour les poussoirs associés à ST1 et ST3 (ces poussoirs comprenant 25 logements), et avec un pas égal à la moitié de ce pas de référence pour le poussoir associé à ST2 (ce poussoir comprenant 50 logements).

Et le fond de chaque logement du poussoir qui est associé à la  
25 station ST1 et à la nacelle N comprend une arête saillante qui s'étend selon l'axe du logement au milieu de la concavité de celui-ci, pour cueillir le substrat au niveau de sa zone de clivage, ladite zone de clivage formant à la périphérie du substrat une cavité annulaire dans laquelle l'arête du poussoir s'engage.

30 Les poussoirs peuvent également redescendre avec des substrats ou des tranches, et déposer ces substrats ou tranches dans la nacelle ou cassette associée, en traversant les ouvertures des éléments de structure vers le bas, les éléments de structure interceptant les substrats ou tranches en les recueillant de manière ordonnée dans les logements alors que le

---

5   poussoir poursuit sa course vers le bas jusqu'à être escamoté dans la base  
11.

L'ensemble mobile 12 est monté par exemple sur des rails qui  
courent parallèlement à la direction X, des moyens de commande du  
déplacement de cette partie étant prévus.

10       Cet ensemble mobile 12 comprend deux parties principales 121 et  
122, qui sont toutes deux agencées de manière symétrique de part et  
d'autre d'un plan médian 120 de l'ensemble 12.

Chaque partie 121, 122 comprend ainsi de chaque côté du plan 120  
une mâchoire apte à être déplacée selon un arc de cercle dans un plan  
15   horizontal (c'est à dire parallèlement au plateau de la base 11), par rotation  
autour d'un bras vertical qui porte la mâchoire.

Ainsi, la première partie de l'ensemble 12 comprend deux mâchoires  
121a, 121b qui sont montées à rotation dans le plan horizontal sur des bras  
respectifs 1210a, 1210b, par l'intermédiaire de supports de mâchoires  
20   respectifs 1215a, 1215b qui forment avec leur mâchoire associée un angle  
droit.

Les deux bras 1210 a et 1210b sont aptes à effectuer des rotations  
partielles autour de leur axe de symétrie respectif, pour entraîner en  
rotation les supports 1215a et 1215b, et les mâchoires 121a et 121b qui  
25   sont rigidement solidaires de ces supports respectifs.

Et ces rotations des deux bras 1210a et 1210b sont synchronisées,  
de sorte que les deux mâchoires 121a et 121b sont toujours positionnées  
de manière symétrique par rapport au plan médian 120, qui est fixe par  
rapport à l'ensemble 12.

30       Comme on le verra plus en détail en référence aux figures 2 et 3, ces  
deux mâchoires comprennent, sur leurs faces qui peuvent se trouver en  
regard lorsque les mâchoires 121a et 121b sont dans la position fermée de  
la figure 1, des logements de géométrie bien particulière, répartis avec le  
même pas de référence que mentionné précédemment, selon leur  
35   longueur.

5 Les logements des membres 121a et 121b ne sont pas représentés sur la vue schématique de la figure 1.

Ainsi, ces mâchoires constituent plus précisément les deux mâchoires articulées d'un peigne 121, ces deux mâchoires articulées pouvant se rapprocher pour refermer le peigne, ou s'écarter pour l'ouvrir.

10 On précise qu'on définit la direction de la longueur de ces mâchoires comme la direction du plan horizontal qui est parallèle à la direction de rangement des substrats et des tranches lorsque la nacelle et les cassettes sont disposées comme représenté sur la figure 1, et lorsque lesdites mâchoires 121a et 121b sont en position fermée (comme représenté sur la  
15 figure 1).

L'ensemble 12 comporte ainsi un premier peigne 121.

L'ensemble 12 comporte de manière généralement similaire un deuxième peigne 122, situé en dessous du premier peigne 121.

Le deuxième peigne 122 est constitué des mâchoires 122a et 122b,  
20 qui comme les mâchoires 121a et 121b, sont montées à rotation dans un plan horizontal.

Les mâchoires 122a et 122b sont ainsi montées fixement sur les bras respectifs 1220a et 1220b, par l'intermédiaire des supports respectifs 1225a et 1225b auxquels les mâchoires respectives 122a et 122b sont  
25 rigidement liées.

Les deux bras 1220a et 1220b s'étendent verticalement et peuvent effectuer des rotations partielles autour de leur axe longitudinal.

Ici encore, les rotations des deux bras sont synchronisées pour que les deux mâchoires 122a et 122b soient toujours positionnées  
30 symétriquement par rapport au plan médian 120.

Et ces deux mâchoires 122a et 122b comprennent également, sur leurs faces qui peuvent se trouver en regard lorsque les mâchoires 122a et 122b sont dans la position fermée de la figure 1, des logements (non représentés sur la vue schématique de la figure 1) répartis avec le même  
35 pas de référence que mentionné précédemment, selon leur longueur.

5 La géométrie de ces logements est toutefois différente de la géométrie spécifique des logements des mâchoires du peigne 121, comme cela sera exposé plus en détail.

Les deux peignes 121 et 122 sont indépendants l'un de l'autre, et l'ouverture et la fermeture des mâchoires de chacun de ces deux peignes  
10 peuvent être commandées séparément et indépendamment, par des moyens de commande dédiés.

En référence maintenant à la figure 2, on a représenté plus en détail les mâchoires 121b et 122b des peignes respectifs 121 et 122, dans une vue schématique de perspective selon la direction P1 définie sur la figure 1.

15 Et on rappelle que l'ensemble 12 est symétrique par rapport au plan médian 120, de sorte que la description qui va suivre des mâchoires 121b et 122b s'applique de manière symétrique aux mâchoires 121a et 122a.

On retrouve également sur cette figure les cassettes K2 et K3, ainsi que les bras 1210b et 1220b sur lesquels sont montées les mâchoires  
20 respectives 121b et 122b.

La mâchoire 121b comprend deux parties de mâchoire 1211b et 1212b, qui ont des géométries spécifiques que l'on va décrire ci-après.

Plus précisément, la première partie 1211b comprend deux membres 12111b et 12112b, qui sont agencés de part et d'autre de la deuxième  
25 partie 1212b selon la direction verticale.

La deuxième partie 1212b est en outre montée à translation horizontale parallèle à la longueur des mâchoires par rapport au support de mâchoire 1215b, par l'intermédiaire d'un organe de mise en translation contrôlée tel qu'une vis 12120b qui relie la deuxième partie au support de  
30 mâchoire, et dont on peut contrôler le déploiement.

Chaque membre 12111b, 12112b, ainsi que la deuxième partie de mâchoire 1212b comportent une pluralité de logements concaves répartis de manière régulière selon le pas de référence mentionné précédemment.

Chacun des logements concaves des première et deuxième parties  
35 de la mâchoire comprend un élément saillant central tel qu'une arête qui

5 court parallèlement à la direction du logement, destiné à engager un substrat au niveau de son plan de clivage.

Ainsi :

- chaque logement L11b du premier membre 12111b de la première partie de mâchoire du premier peigne 121 comprend une arête A11b,
- 10 • chaque logement L12b du deuxième membre 12112b de la première partie de mâchoire du premier peigne 121 comprend une arête A12b,
- chaque logement L2b de la deuxième partie de mâchoire du premier peigne 121 comprend une arête A2b.

15 Chaque arête définit ainsi un plan général dans lequel elle s'étend, les arêtes étant toutes parallèles entre elles. Ledit plan dans lequel s'étendent les arêtes est un plan vertical, perpendiculaire à la surface de la mâchoire qui est destinée à se resserrer sur les substrats : ce plan est ainsi confondu avec le plan de clivage du substrat lorsque la mâchoire se referme sur le substrat.

20 On reviendra en référence à la figure 3 à la description détaillée de ces arêtes centrales et de leur rôle.

Le nombre de logements de chaque membre de la première partie de mâchoire, et de la deuxième partie de mâchoire est de préférence égal au nombre de logements de la nacelle N et des cassettes K2 et K3 de la figure 1.

25 Les logements sont répartis selon la longueur de chaque membre et de la deuxième partie de mâchoire.

Les deux membres 12111b, 12112b sont fixes l'un par rapport à l'autre et par rapport au support de mâchoire 1215b, ces deux membres 30 étant rigidement solidaires dudit support.

Chaque logement des membres 12111b et 12112b s'étend généralement selon la direction verticale qui correspond à la direction d'allongement des substrats et des tranches qui vont être manipulés. Il en est de même des logements de la deuxième partie 1212b de la mâchoire 35 du premier peigne.



5 Et chaque logement du membre 12111b s'étend dans le prolongement d'un logement correspondant du membre 12112b, ces deux logements correspondants étant destinés à se refermer sur le même substrat lors du resserrement des mâchoires du premier peigne 121.

Plus précisément, chaque logement L11b L12b des membres  
10 respectifs 12111b et 12112b qui constituent la première partie de la mâchoire du peigne, présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre de son arête centrale A11b, A12b :

- une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour coopérer avec un  
15 premier côté du substrat que le logement doit recevoir lorsque les mâchoires se referment dessus, et
- une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec un  
20 deuxième côté du substrat.

La première incidence générale est faible, de l'ordre de quelques degrés, de sorte que la première paroi est quasiment perpendiculaire à la surface du membre qui la porte.

La deuxième incidence, quant à elle, est beaucoup plus importante, de  
25 sorte que la deuxième paroi définit une moitié de profil de logement plus « ouverte », cette deuxième paroi remontant très progressivement du fond du logement vers le sommet saillant de la première paroi du logement voisin.

Les arêtes centrales A11b, A12b sont destinées à s'engager dans le  
30 substrat que le logement reçoit (on va expliquer ci-dessous comment chaque logement reçoit un substrat), au niveau du plan de clivage du substrat.

Cet engagement est réalisé lors du resserrement des mâchoires du premier peigne sur les substrats. La forme concave des logements et la  
35 présence de l'arête centrale permet ainsi aux premières parties des

5 mâchoires du premier peigne 121 d'engager chaque substrat entre ses deux tranches.

Et du fait du profil asymétrique des logements, lors de ce resserrement, la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat dispose, par rapport aux premières parties 121a, 121b du premier peigne et selon la  
10 direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat.

En d'autres termes, lors de ce resserrement et par rapport aux premières parties du premier peigne, pour chaque substrat la tranche qui se  
15 trouve du premier côté du substrat est coincée entre l'arête centrale du logement et sa première paroi, qui présente une pente raide par rapport au fond du logement.

Et dans le même temps, l'autre tranche du substrat dispose d'un plus grand degré de liberté pour se déplacer par rapport aux premières parties  
20 du premier peigne selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, c'est à dire la direction perpendiculaire au plan de la tranche.

Ainsi, une des tranches du substrat se trouve coincée par rapport au membre qui l'engage, alors que l'autre tranche peut éventuellement se  
25 déplacer de manière à s'écarter de la première tranche.

On précise que les parois et les arêtes de chaque logement des premier et deuxième membre de la première partie du premier peigne sont alignés verticalement, de sorte que les deux membres ont le même effet sur chaque substrat.

30 Et de manière similaire, les logements L2b de la deuxième partie de mâchoire 1212b présentent également un profil asymétrique, par rapport à leur arête centrale A2b.

Ici encore, les arêtes centrales des logements sont destinées à engager les substrats au niveau de leur plan de clivage, lors du resserrement des  
35 deuxièmes parties de mâchoire du premier peigne sur les substrats.

5 On précise que lors de ce resserrement (qui dans une forme préférée de réalisation de l'invention est réalisé en même temps que le resserrement des premières parties de mâchoire du premier peigne, les mâchoires du premier peigne se refermant en une fois), les arêtes des premières et deuxièmes parties de mâchoire du premier peigne sont alignées  
10 verticalement.

On verra par ailleurs que cet alignement n'est vérifié que dans une position de référence entre les premières et deuxièmes parties de mâchoire du premier peigne 121, cette position de référence étant celle des parties de mâchoire lors du resserrement des mâchoires du premier peigne.

15 De la sorte, lors du resserrement du premier peigne sur les substrats, chaque substrat est engagé par les arêtes des premières et deuxièmes parties du premier peigne, au niveau de son plan de clivage.

Pour chaque logement de la deuxième partie de mâchoire du premier peigne, on retrouve de la même manière d'un côté de cette arête une paroi  
20 « raide » qui coince une tranche du substrat, et de l'autre côté une paroi « ouverte » qui laisse à l'autre tranche un certain degré de liberté en écartement de la première tranche coincée, par rapport à la deuxième partie 1212b.

Mais le profil des logements des deuxièmes parties du premier peigne  
25 est inversé par rapport au profil des logements des premières parties du premier peigne.

En effet, la paroi « raide » d'un logement de la deuxième partie de mâchoire du premier peigne se trouve alignée verticalement avec la paroi  
30 « ouverte » du logement correspondant des membres de première partie de mâchoire de premier peigne.

Et de manière symétrique, la paroi « ouverte » d'un logement de la deuxième partie se trouve aligné verticalement avec la paroi « raide » du logement correspondant des membres de première partie.

Ainsi, la tranche du substrat qui se trouve dudit premier côté du substrat,  
35 et qui est coincée par rapport à la première partie de mâchoire 1211b entre l'arête centrale et la paroi « raide » des deux logements des membres

5 12111b et 12112b, dispose d'un certain degré de liberté pour s'écarter de l'arête centrale A2b du logement correspondant de la deuxième partie de mâchoire 1212b, en écartement de cette arête.

Et l'autre tranche du substrat est quant à elle coincée par rapport à la deuxième partie de mâchoire, mais dispose d'un degré de liberté en  
10 écartement par rapport aux arêtes centrales des logements des membres de la première partie de mâchoire.

On a défini ci-dessus les principales caractéristiques structurelles de la machine 1, qui correspond à un premier mode principal de réalisation de machine selon l'invention.

15 On va maintenant décrire le fonctionnement de cette machine, en référence toujours aux figures 1 à 4.

Partant d'une situation dans laquelle :

- la nacelle N contient 25 substrats S qui ont subi un clivage (ledit clivage devant être achevé mécaniquement, ou non – en tout état de cause, on  
20 va selon l'invention décoller les deux tranches de chaque substrat),
  - l'ensemble 12 se trouve en regard et à l'aplomb de la station ST1 (par suite d'un déplacement adapté selon la direction X de la figure 1), et
  - les mâchoires des peignes 121 et 122 sont écartées et ouvertes,
- on commande tout d'abord l'ascension du poussoir associé à la station  
25 ST1.

Ce poussoir vient cueillir les substrats, chaque substrat étant reçu par un logement du poussoir (qui se trouve en dessous du substrat à cet effet, les logements ayant par ailleurs des pentes en « V » pour former entonnoir et recueillir un substrat).

30 On rappelle que le fond de chaque logement de ce poussoir comprend une arête centrale (définissant ainsi un profil de logement en « W »), cette arête venant ainsi se positionner dans la cavité annulaire du plan de clivage du substrat.

On précise qu'on entend par « forme en W » toute forme  
35 généralement concave, comprenant en outre un profil saillant dans le fond de la concavité.

5 La position du substrat par rapport au poussoir est ainsi automatiquement ajustée par coopération de formes (la cavité annulaire du plan de clivage venant sur la pointe du « W », et les pentes des bords – symétriques – des logements du poussoir étant par ailleurs suffisamment faible pour maintenir le substrat en position verticale).

10 Le poussoir de la station ST1 soulève ainsi les substrats jusqu'à une position haute, dans laquelle le centre des substrats se trouve à la hauteur du centre des deuxième parties – centrales selon la direction verticale – du premier peigne 121.

Dans cette position haute, les substrats se trouvent entre les deux  
15 mâchoires du peigne 121, qui sont écartées et ainsi ouvertes.

On commande alors le resserrement synchronisé et symétrique des mâchoires 121a et 121b du premier peigne 121, de manière à refermer les mâchoires de ce premier peigne sur les substrats.

Et les logements du premier peigne sont disposés de manière à  
20 recevoir chacun un substrat, lors de cette fermeture.

Toujours lors de cette fermeture, la coopération de formes des premières et deuxième parties de mâchoire du premier peigne provoque le décollement de chaque substrat en deux tranches disjointes.

En effet, comme expliqué ci-dessus lors de ce resserrement des  
25 premières et deuxième parties de mâchoire du premier peigne 121, les arêtes centrales des logements des ces différentes parties du premier peigne 121 maintiennent le plan de clivage de chaque substrat dans une position fixe par suite de leur engagement avec le substrat.

Et pour chaque substrat, une première tranche dispose d'un degré  
30 de liberté en écartement de l'autre, tranche, par rapport aux premières parties de mâchoire du premier peigne, alors que l'autre tranche dispose d'un degré de liberté similaire par rapport aux deuxième parties de mâchoire du premier peigne.

Et les arêtes centrales des logements du premier peigne 121 jouant  
35 le rôle d'un coin qui est engagé dans le plan de clivage, ces degrés de



5 liberté sont utilisés par les deux tranches de chaque substrat pour s'écarter l'une de l'autre et aboutir à un décollement complet du substrat.

Ainsi, une fonction de ces arêtes centrales des logements du premier peigne 121 est d'imposer de la sorte une position fixe au plan de clivage de chaque substrat, au niveau des première et deuxième parties du premier  
10 peigne 121, alors que les tranches de chaque substrat disposent par ailleurs d'un certain degré de liberté en écartement.

Ainsi, la coopération des formes des mâchoires du premier peigne sollicitent en écartement les deux tranches de chaque substrat.

Cette fonction des arêtes centrales des logements du premier peigne  
15 121 favorise grandement le décollement des deux tranches de chaque substrat ; dans les cas où le clivage des tranches est déjà « achevé » (c'est à dire que les tranches du substrat ne demeurent accolées que sous l'effet de forces du type « ventouse » ou Van der Waals), elle permet même de réaliser complètement le décollement des tranches, qui s'écartent l'une de  
20 l'autre grâce à leur liberté relative.

Lorsqu'au contraire le clivage des tranches présentées à la machine n'est pas « achevé », il est possible de prévoir que lors du resserrement ces arêtes ne servent qu'à positionner correctement les substrats.

Dans ce cas, la sollicitation en écartement évoquée ci-dessus n'est  
25 pas suffisante pour effectivement décoller les tranches et le décollement n'est effectivement réalisé que lors du déplacement en translation des deuxièmes parties de mâchoire de premier peigne d'un demi-pas de référence qui sera évoqué plus bas.

Il est également possible d'adapter les caractéristiques de la  
30 machine (forme des arêtes, force de resserrement, ...) pour, lors du resserrement, réaliser complètement le décollement des tranches, même sur un substrat pour lequel le clivage n'était pas achevé.

En tout état de cause, on pourra adapter la géométrie du profil de ces arêtes centrales, ainsi que la cinématique du resserrement des  
35 mâchoires, pour jouer sur les deux fonctions des arêtes (positionnement seul / positionnement et décollement par effet coin).

5           On pourra aussi adapter de manière désirée la cinématique du resserrement des mâchoires du premier peigne, afin de gérer au mieux le décollement des tranches sans risquer d'endommager les tranches.

          En particulier, on pourra prévoir d'associer aux mâchoires du premier peigne des capteurs d'effort pour interrompre le resserrement des  
10   mâchoires en cas de résistance trop importante des substrats.

          Dans un tel cas, un ou plusieurs substrats peuvent avoir du mal à se décoller et on peut choisir d'interrompre les opérations pour éviter d'endommager les substrats : on pourra identifier et prélever les substrats « résistants » et poursuivre le décollement avec les autres.

15           On pourra également associer à ce resserrement des capteurs d'un autre type, par exemple optiques, pour vérifier que le décollement se déroule correctement et stopper la machine si ce n'est pas le cas.

          Le poussoir de ST1 est alors redescendu vide, et escamoté dans la base 11, de sorte que les substrats sont maintenus uniquement par les  
20   mâchoires.

          On précise que dans le cas où les substrats à décoller comprennent une couche d'un matériau tel que le silicium (à l'intérieur de laquelle le plan de clivage du substrat est défini et qui comporte elle-même les deux tranches de part et d'autre du plan de clivage), collée sur un raidisseur;  
25   l'interface de collage entre la couche et le raidisseur peut aider au bon positionnement initial des arêtes centrales des logements du premier peigne 121 au début du resserrement des mâchoires de ce peigne.

          En effet, une telle interface de collage définit un chanfrein annulaire qui résulte d'un léger arrondi aux bords de la couche de silicium (ou d'un  
30   autre matériau) et du raidisseur (arrondis observés sur une coupe radiale d'un substrat en forme de galette).

          Les deux arrondis se trouvant en regard l'un de l'autre définissent ainsi le chanfrein annulaire.

          Et la Demanderesse a observé que les arêtes centrales des  
35   logements du premier peigne 121 venaient dans ce cas s'engager au niveau du chanfrein annulaire.

5        Cet engagement est facilité par le fait qu'au début du resserrement des mâchoires, les substrats disposent d'un certain degré de liberté selon la direction de rangement des substrats.

Et lors de la mise en contact des arêtes du premier peigne et des substrats, ces derniers auto-ajustent leur position selon la direction de  
10 rangement des substrats, pour favoriser cet engagement au niveau de l'interface de collage.

La Demanderesse a également observé que lorsqu'on poursuit le resserrement des mâchoires du premier peigne sur les substrats, le décollement s'effectue bien selon le plan de clivage.

15        On commande ensuite le déplacement en translation des deuxièmes parties de mâchoire de premier peigne, d'un demi-pas de référence.

Cette translation contrôlée est effectuée dans le sens de la flèche T de la figure 3 (c'est à dire dans une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrats), de sorte que lors de cette translation  
20 les parois « raides » des premières et deuxièmes parties qui sont associées à un même substrat, et qui se trouvent déjà de part et d'autre du substrat, s'écartent encore.

De la sorte, les arêtes centrales des logements des deuxièmes parties déplacent la tranche de chaque substrat qui était coincée dans  
25 lesdits logements, pour l'écarter encore de l'autre tranche du substrat.

Et comme on l'a dit, ce déplacement se fait sur une longueur qui correspond à un demi-pas de référence ; à ce stade les tranches sont donc régulièrement espacées d'un demi-pas de référence, les deux tranches d'un même substrat présentant en regard l'une de l'autre leurs faces avant ou  
30 actives (faces issues du clivage).

Mais le premier peigne étant maintenant refermé sur les tranches (dont il a par ailleurs provoqué le décalage d'une tranche sur deux d'un demi-pas de référence), ce premier peigne maintient maintenant les tranches ainsi décalées.

35        On précise qu'il est évidemment possible de rendre mobile selon la direction de la flèche T non pas les deuxièmes parties de mâchoire du



5 premier peigne, mais les premières parties de ces mâchoires, l'important étant de commander un mouvement contrôlé entre les deux parties.

L'ensemble 12 est ensuite déplacé selon la direction X de la figure 1 par ses moyens de commande, jusqu'à se trouver à l'aplomb de la station ST2. Le premier peigne 121 a emmené avec lui les 50 tranches qui sont  
10 régulièrement espacées d'un demi-pas de référence.

On commande ensuite l'ascension du poussoir associé à la station ST2, pour que celui-ci vienne au contact du bord inférieur des tranches, les 50 logements de ce poussoir décalés d'un demi-pas de référence recevant chacun une tranche.

15 Dans cette position, le poussoir associé à ST2 soutient les 50 tranches.

On commande alors l'ouverture des mâchoires du premier peigne 121, et la fermeture des mâchoires du second peigne 122 sur les tranches (pendant ces opérations les 50 tranches sont toujours soutenues par le  
20 poussoir de ST2).

Chacune des mâchoires 122a, 122b du deuxième peigne 122 comprend 25 dents D (voir figure 2) régulièrement espacées selon la longueur de la mâchoire, chaque dent étant séparée de la dent suivante par une longueur correspondant à un pas de référence.

25 Chaque dent comprend une fente évasée formant logement pour recevoir une tranche. On remarquera (en particulier sur la figure 1) que le peigne 122 étant en dessous du peigne 121 (qui se trouve quant à lui en regard de la région médiane des substrats et tranches lorsque ceux/celles ci sont en position haute), les fentes des dents reçoivent les parties  
30 inférieures des tranches, et peuvent ainsi les soutenir.

Et lesdites fentes se trouvent en regard de tranches qui sont maintenues par le poussoir de ST2, une tranche sur deux étant reçue et maintenue dans une fente du deuxième peigne après la fermeture de celui-ci.

5 Les dents D sont par ailleurs séparées par des espaces E (voir encore figure 2), eux aussi régulièrement espacés selon le pas de référence.

Les dimensions de ces espaces béants sont telles qu'ils ne forment pas obstacle à la descente des tranches qui n'ont pas été reçues dans les  
10 fentes du peigne 122.

Le poussoir de ST2 est alors descendu, et 25 tranches restent maintenues en position haute par le peigne 122, alors que les 25 autres descendent avec le poussoir.

Le peigne 122 joue ainsi le rôle d'un « filtre » qui intercepte une  
15 tranche sur deux : seules les tranches n'ayant pas été décalées par la translation des deuxième parties de mâchoire de premier peigne sont reçues dans une fente de ce deuxième peigne.

Plus précisément, ce peigne conserve toujours la même tranche de chaque substrat (par exemple la tranche qui correspond au SOI ou au  
20 SOA), et il en est de même pour le poussoir de ST2 (qui conserve dans ce cas la tranche de chaque substrat qui correspond au reliquat de silicium).

Le poussoir de ST2 poursuit sa descente jusqu'à déposer les 25 tranches de reliquat dans la cassette K2 en la traversant, puis est escamoté dans la base 11.

25 L'ensemble 12 est ensuite déplacé en regard de la station ST3. Le deuxième peigne 122 déplace ainsi les 25 tranches qu'il porte, en regard de cette station.

Le poussoir associé à ST3 est déployé vers le haut, jusqu'à une position haute dans laquelle chacune des 25 tranches maintenues par le  
30 peigne 122 est reçue dans un logement de ce poussoir.

Le deuxième peigne 122 est alors ouvert, de sorte qu'il libère les 25 tranches (SOI ou SOA dans notre exemple), lesdites tranches demeurant maintenues par le poussoir de ST3.

Ce poussoir est ensuite descendu, pour traverser la cassette K3 et y  
35 déposer les 25 tranches de SOI ou SOA. Le poussoir de ST3 est ensuite escamoté dans la base 11.

5 Il apparaît ainsi que l'invention permet de réaliser de manière  
avantageuse le décollement de substrats, avec en particulier les avantages  
suivants :

- les cadences de traitement sont considérablement augmentées par  
rapport aux systèmes connus. L'invention permet en effet de décoller  
10 simultanément une pluralité de substrats (25 par exemple, bien que ce  
chiffre ne soit pas limitatif).

On précise toutefois à cet égard qu'il est possible d'adapter la forme des  
mâchoires du premier peigne et/ou leur disposition, et/ou la cinématique  
de leur resserrement, pour que le décollement des substrats ne soit pas  
15 réalisé de manière simultanée (tous les substrats décollés en même  
temps), mais séquentielle (les substrats sont alors décollés les uns à la  
suite des autres, avec un décalage temporel contrôlé entre le  
décollement de deux substrats voisins).

A cet effet, on pourra par exemple prévoir qu'en position refermée les  
20 mâchoires opposées du premier peigne ne soient pas parallèles, mais  
forment généralement un léger « V » dont l'angle au sommet est choisi  
pour que les mâchoires de ce peigne attaquent successivement les  
substrats les uns après les autres, lors de leur resserrement.

Cette possibilité pourra en particulier être mise en œuvre dans le cas de  
25 décollement de substrats dont le décollement est délicat. On pourra  
également dans ce cas associer au resserrement des mâchoires du  
premier peigne sur les substrats un capteur (optique ou autre) qui  
observe le substrat en cours de décollement (par exemple en se  
déplaçant selon la direction de rangement des substrats de manière à  
30 se trouver en regard d'un substrat lorsque ce lui-ci se décolle sous l'effet  
du resserrement des mâchoires), et permet par une boucle de retour  
adaptée d'interrompre ce resserrement en cas de problème observé sur  
un substrat en cours de décollement,

- le décollement est effectué avec un haut degré de précision, et de  
35 sécurité pour les tranches. En particulier, l'invention permet d'éviter les  
risques de rayures sur les faces des tranches décollées,

- 5 • l'invention permet également la manutention automatique des tranches décollées, les tranches respectives de chaque substrat étant rangées dans des cassettes prévues à cet effet,
- 10 • et les modalités de mise en œuvre de l'invention peuvent être adaptées en fonction des substrats à décoller. En particulier, dans le cas de substrats dont le clivage n'est pas achevé et pour lesquels il est nécessaire de fournir un apport d'énergie supplémentaire pour permettre aux deux tranches de se décoller, on peut choisir de ne mettre en œuvre le resserrement du premier peigne que pour positionner les substrats – ce qui favorise le décollement qui va suivre
- 15 mais ne le fait pas aboutir, car la sollicitation en écartement des deux tranches qui résulte du resserrement n'est pas suffisante pour décoller les tranches –, le décollement lui-même étant obtenu par le décalage d'un demi pas de référence entre les deux parties du premier peigne – les contraintes induites dans le substrat lors de ce décalage
- 20 correspondant au surplus d'énergie nécessaire au décollement des tranches.

Il est bien évident que l'invention décrite ci-dessus peut être réalisée selon différentes variantes.

En particulier, il est possible de faire suivre le décollement réalisé au

25 niveau de la station ST1, et le dégroupage des tranches qui suit ce décollement, du déchargement de la moitié des tranches (une tranche de chaque substrat) non pas sur la station ST2, mais sur la station d'extrémité ST3.

Dans ce cas, les deuxième tranches de chaque substrat seront

30 déchargées par l'ensemble mobile 12, en ST2.

Ceci permet de terminer un cycle de décollement de la machine alors que ledit ensemble mobile se trouve en regard de la station médiane ST2.

Ceci permet également de choisir la tranche de substrat qui sera déposée à chaque station : dans le cas du décollement de substrats

35 comprenant un SOI par exemple, on peut souhaiter déposer en ST2 les SOI, et en ST3 les reliquats de silicium.

5           Le deuxième peigne 122, retenant toujours les mêmes tranches, il faut alors adapter en conséquence le fonctionnement de la machine, en choisissant la première station de déchargement.

On précise également qu'il est possible de mettre en œuvre une telle machine avec non pas trois, mais seulement deux stations.

10           Dans ce cas en effet, les stations ST2 et ST3 sont « confondues », une seule station étant prévue pour le déchargement des tranches décollées.

Dans ce cas, après le déchargement par la machine des premières tranches, un opérateur doit retirer la cassette qui vient d'être remplie en  
15 tranches, et placer à sa place une autre cassette – vide – qui recevra les autres tranches de la machine.

En référence maintenant aux figures 5 à 8, on va décrire une deuxième machine permettant de mettre en œuvre l'invention selon un deuxième mode de réalisation principal.

20           La figure 5 est une vue d'ensemble schématique d'une telle machine 2, vue de dessus.

La machine 2 comprend ici encore une base fixe, référencée 21, et un ensemble mobile 22.

La base fixe 21 comprend trois stations principales ST'1, ST'2, ST'3.

25           La station ST'1 est une station de décollement; elle peut accueillir une nacelle qui peut être similaire à la nacelle N de la figure 1, et on reprendra ici l'exemple du décollement (simultané ou non) de 25 substrats qui sont rangés de manière alignée selon un pas de référence.

La direction de rangement des substrats est indiquée par la flèche Y  
30 sur la figure 5.

Cette machine 2 est également adaptée au décollement de tous types de substrats (substrats de type SOI, SOA, mais également tout autre type ; substrats de taille indifférente). On pourra par exemple mettre en œuvre une telle machine pour le décollement de tranches de SOI ou SOA  
35 d'un diamètre de 300 mm (sans que cet exemple soit limitatif).

5        La station ST'2 est une station de déchargement de tranches : elle peut accueillir une cassette qui peut être similaire aux cassettes déjà évoquées. Elle peut également accueillir une cassette fixe qui permet d'effectuer un basculement des tranches entre l'horizontale et la verticale.

10       Et la station ST'3 est une station de chargement des tranches qui ont été déchargées à la station ST'2. Cette station ST'3 comprend deux postes de chargement, chaque poste pouvant être occupé par un contenant de type Foup (selon l'acronyme anglo-saxon Front Opening Unified Pod) ou Fosb (selon l'acronyme anglo-saxon Front Opening Shipping Box).

15       Ces contenants permettent de stocker, comme des cassettes, une pluralité de tranches espacées selon un pas donné (ici notre pas de référence).

20       Une de leurs spécificités est que dans de tels contenants, les tranches sont stockées horizontalement et non verticalement. On précise en outre que les tranches sont stockées avec leurs faces actives tournées vers le haut.

25       Il est donc nécessaire d'associer également à la machine 2 des moyens 23 pour faire effectuer une rotation d'un quart de tour à la pluralité de tranches qui sont disposées verticalement dans la cassette de la station ST'2, pour coucher ces tranches horizontalement tout en conservant l'alignement des tranches et le pas de référence entre deux tranches voisines dans l'alignement.

30       L'ensemble 22 est quant à lui apte à être déplacé entre deux positions se trouvant respectivement en regard des stations ST'1 et ST'2, de manière contrôlée par des moyens de commande appropriés. Le déplacement de cet ensemble 22 se fait ainsi selon la direction X indiquée sur la figure 5.

La machine 2 comprend en outre un robot de manutention 24, qui assure le transfert des tranches décollées qui ont été déposées par l'ensemble 22 à la station ST'2 et couchées horizontalement suite à la

---

5 rotation quart de tour subie en sortie de station ST'2, de cette station ST'2 jusqu'à la station ST'3.

Ce robot 24 est donc mobile en translation selon la direction Y. Il est également mobile en rotation autour de son propre axe vertical 240, pour permettre le déchargement des tranches dans les contenants de la station  
10 ST'3, il est également mobile en Z.

L'ensemble mobile 22 comprend un premier peigne dont les deux mâchoires, symétriquement opposées par rapport au plan médian 220 de l'ensemble, sont aptes à se refermer sur les tranches de la pluralité de substrats.

15 Mais dans ce cas, ce premier peigne est destiné à imposer aux tranches un décalage d'un demi-pas de référence : les logements qui sont prévus de manière régulièrement espacée sur chaque mâchoire du peigne pour recevoir chacun une tranche sont ainsi décalés d'un demi-pas de référence.

20 La section transversale des mâchoires opposées 221a et 221b du premier peigne 221 sont représentées schématiquement sur la vue de la figure 6, qui représente de manière schématique en élévation de face les principaux éléments de l'ensemble 22, avec un substrat S positionné dans cet ensemble.

25 On notera que dans le cas de cette deuxième machine, les mâchoires du premier peigne ne se referment pas par suite d'une rotation d'axe vertical, mais par le basculement de chaque mâchoire autour d'un axe horizontal respectif 2210a, 2210b.

Les mâchoires 221a et 221b peuvent ainsi pivoter autour de leur axe  
30 dédié, entre une position dans laquelle les tranches des substrats sont dégagées, et une position dans laquelle les mâchoires maintiennent les tranches (chaque tranche étant logée de part et d'autre de son axe médian vertical dans un logement correspondant d'une mâchoire).

C'est cette dernière position de maintien qui est illustrée sur la figure  
35 6.

5 Ici encore, le basculement des deux mâchoires est synchronisé pour que les deux mâchoires restent symétriques de part et d'autre du plan médian 220.

Le premier peigne 221 est ainsi un préhenseur pour les tranches, après leur décollement. On reviendra sur cet aspect.

10 L'ensemble 22 comprend également deux éléments de séparation 222a et 222b, également montés à rotation autour d'axes horizontaux respectifs 2220a et 2220b de part et d'autre du plan médian 220.

Chacun de ces deux éléments de séparation comporte 25 éléments en lame, disposés selon la direction Y avec le pas de référence, de manière  
15 à se trouver chacun en regard du plan de clivage d'un substrat lorsque la pluralité de substrat est amenée (voir description détaillée ci-dessous).

Chacune des 25 lames de l'élément 222a est en regard d'une lame de l'élément 222b de sorte que les lames des deux éléments respectifs se trouvent en regard l'une de l'autre deux à deux, pour engager le plan de  
20 clivage d'un substrat des deux côtés.

Ces éléments de séparation peuvent basculer (eux aussi de manière symétrique) entre une position dans laquelle les substrats sont dégagés, et une position (représentée sur la figure 6) dans laquelle chaque lame attaque un plan de clivage d'un substrat S.

25 On trouve également sur la figure 6 un guide 223, qui est agencé dans la partie haute de l'ensemble 22, au-dessus des substrats.

Ce guide peut être monté à coulissement vertical sur des moyens 2230 tels que des rails (on verra dans la suite de ce texte que ces moyens 2230 ne sont pas obligatoires).

30 Il comporte une pluralité de logements pour recevoir la partie haute des substrats. Le guide 223 comporte ainsi 25 logements, espacés selon la direction Y avec le pas de référence.

Le détail de la géométrie des logements du guide 223 est exposé en figure 7.

35 Sur cette figure, on constate que chaque logement L223 comporte dans sa partie de fond une partie L2230 dont la largeur est tout juste



- 5 supérieure à l'épaisseur du substrat S, et une partie L2231 évasée en forme de cône dans la partie du logement qui est située vers le substrat (vers le bas).

Et le schéma de principe de la figure 7 n'est bien sûr pas limitatif ; on pourra ainsi prévoir toute géométrie comprenant une région de forme  
10 généralement conique ou convergente, et une région de fond du logement – la transition entre les deux régions pouvant avoir toute forme adaptée.

La figure 6 représente également le poussoir P de la station ST'1. Ce poussoir comporte 25 logements espacés avec le pas de référence, toujours selon la direction Y.

- 15 Chaque logement du poussoir est destiné à accueillir un substrat. Le poussoir cueille les substrats dans la nacelle qui est disposée à la station ST'1, en traversant cette nacelle lors de l'ascension du poussoir, comme dans le cas du poussoir de la station ST1 décrite plus haut.

Une représentation détaillée du fond d'un logement LP du poussoir  
20 est donnée en figure 8. Cette figure montre que le logement LP a une section en forme générale de « V ». On précise que l'angle du « V » a été considérablement exagéré ; il peut être en réalité de l'ordre de 4 degrés.

Et plus précisément, la forme du logement est en « W », le fond du logement – symétrique – comprenant une arête AP pour s'engager dans le  
25 plan de clivage du substrat lors du soulèvement du substrat par le poussoir.

L'engagement de cette arête dans le plan de clivage permet ainsi (comme dans le cas du poussoir de ST1 décrit ci-dessus) d'ajuster par auto centrage la position du substrat lors de son soulèvement par le poussoir.

- Revenant à l'ensemble mobile 22, cet ensemble comprend  
30 également un deuxième peigne (non représenté sur les figures), qui est l'homologue du deuxième peigne 122 de la première machine décrite ci-dessus.

Chacune des deux mâchoires opposées d'un tel peigne comporte ici encore :

- 35 • 25 logements espacés du pas de référence,

- 5 • et 25 espaces également espacés du même pas et intercalés entre les logements, pour laisser passer une tranche sur deux lorsqu'on abaisse au travers de ce peigne un ensemble de 50 tranches espacées d'un demi pas de référence.

10 Ce peigne peut se refermer de la même manière que le peigne 122, ou par basculement comme le premier peigne 221. Il est indépendant du premier peigne 221, des moyens de commande spécifiques lui étant dédiés pour son ouverture et sa fermeture.

On va maintenant décrire le fonctionnement de cette deuxième machine.

15 Préalablement à cette description, on rappelle que cette deuxième machine est bien adaptée au décollement de substrats de grandes dimensions, pour lesquels il est important de stabiliser de la manière la plus contrôlée possible la position des substrats lors du décollement.

20 En effet, comme on va le voir si le premier peigne de la première machine 1 permettait à la fois de saisir les substrats et de les décoller, en exploitant la coopération de formes des éléments du peigne non seulement pour décoller les substrats, mais également pour assurer leur positionnement (les arêtes centrales des différents logements jouant à cet égard un rôle), dans le cas de la deuxième machine 2, on a prévu des  
25 moyens différents pour positionner les substrats, et pour les décoller.

On précise toutefois que cette deuxième machine peut être mise en œuvre pour le décollement de substrats de tailles quelconques.

Partant donc d'une situation dans laquelle :

- la nacelle qui est à la station ST'1 contient 25 substrats S qui ont subi  
30 un clivage (qui ici encore doit être achevé, ou est déjà achevé – en tout état de cause l'invention va permettre de décoller les deux tranches de chaque substrat),
- l'ensemble 22 se trouve en regard et à l'aplomb de la station ST'1 (par suite d'un déplacement adapté selon la direction X de la figure 5), et
- 35 • les mâchoires des premier et deuxième peignes de la machine 2 sont ouvertes,

5           on commande l'ascension du poussoir P de ST'1, afin que celui-ci cueille les 25 substrats de la nacelle.

Comme expliqué ci-dessus, du fait de la géométrie en « W » des logements du poussoir chaque substrat est auto centré au milieu de son logement, et maintenu sensiblement vertical.

10           Ce poussoir s'élève jusqu'à une position haute dans laquelle la partie supérieure de chaque substrat est logée dans un logement L223 du guide 223.

La géométrie en entonnoir des logements L223 permet de garantir que le haut du substrat pénètre dans la partie de fond du logement, qui fixe  
15 la position du haut du substrat.

Et la position du bas du substrat étant également fixée par l'arête de fond du logement du poussoir, on comprend qu'on contrôle ainsi précisément le positionnement de chaque substrat qui ne dispose ainsi d'aucun degré de liberté pour basculer ou bouger latéralement; ceci est  
20 particulièrement important dans le cas de substrats de grandes dimensions.

Cependant, on prend soin lors de cette introduction des substrats dans les logements du guide 223 de ne pas amener les substrats en butée verticale vers le haut, au fond du logement du guide (voir figure 7). Ceci permet d'éviter d'induire des contraintes dans les substrats, qui constituent  
25 des éléments extrêmement fins et fragiles.

La position des substrats étant assurée, on commande ensuite le basculement des éléments de séparation 222a et 222b, de manière à ce que les lames de ces éléments viennent au contact de la ceinture périphérique des substrats.

30           On précise qu'on contrôle à ce stade l'amplitude du basculement des éléments de séparation pour que ceux-ci ne pénètrent pas encore dans l'épaisseur des substrats ; les éléments de séparation ne servent alors qu'à constituer des moyens supplémentaires pour maintenir les substrats.

A ce stade, le contrôle de la position des substrats est total. Les  
35 substrats sont ainsi centrés exactement de la manière désirée.

- 5            On dégage ensuite le haut des substrats des logements L223 du guide 223. Ce dégagement peut résulter du soulèvement commandé du guide sur les moyens 2230, ou encore de l'abaissement commandé de l'ensemble formé par le poussoir P et les éléments de séparation (des moyens étant alors prévus pour assurer un tel abaissement).
- 10           On précise qu'un guide tel que le guide 223 peut également être mis en œuvre avec la machine 1, décrite ci-dessus et représentée sur la figure 1. Un tel guide peut en effet aider à positionner de manière précise les substrats.

En tout état de cause, après le dégagement des substrats hors du  
15 guide, ceux-ci sont toujours positionnés de manière contrôlée par le poussoir et les éléments de séparation.

On commande alors un basculement supplémentaire des éléments de séparation vers l'intérieur des substrats, de manière à ce que les lames de ces éléments attaquent les substrats au niveau de leur plan de clivage.

- 20           Cette « attaque » peut consister à faire pénétrer la lame d'une profondeur de l'ordre du mm dans l'épaisseur de la ceinture périphérique du substrat. On commandera le basculement des éléments séparateurs pour obtenir la profondeur de pénétration désirée.

Et cette attaque résulte dans le décollement des deux tranches de  
25 chaque substrat. A cet égard, la section transversale des éléments de séparation peut être adaptée pour former un coin saillant que l'on enfonce dans le plan de clivage des substrats.

- Le dégagement des substrats hors du guide permet en effet aux  
deux tranches de se décoller l'une de l'autre. Plus précisément, les deux  
30 tranches de chaque substrat, qui se trouvent décollées l'une de l'autre, retombent alors contre les flancs du fond du logement correspondant du poussoir P.

En effet, le seul élément de l'ensemble 22 avec lequel les tranches coopèrent alors sont les logements du poussoir P.

5 Et de par la forme générale en « V » de ces logements, les deux tranches de chaque substrat sont donc disposées en « V » au fond de leur logement LP, de part et d'autre de l'arête centrale du logement.

On précise que pendant l'attaque des substrats par les lames des éléments de séparation, des capteurs de mesure de force et/ou de course  
10 sont associés à ces éléments, pour mesurer respectivement la résistance des substrats au décollement (et/ou la progression des lames).

Et on pourra prévoir des moyens pour interrompre la pénétration des lames, ou pour adapter la cinématique de pénétration, en fonction de ces mesures.

15 On précise que comme dans le cas de la première machine décrite ci-dessus, dans le cas du décollement de substrats comportant une interface de collage (avec un raidisseur ou autre), l'attaque initiale des séparateurs est réalisée au niveau de ladite interface, un transfert de contraintes s'effectuant ensuite vers le plan de clivage.

20 Ensuite, on commande le basculement des mâchoires du premier peigne vers l'intérieur, de manière à ce que ces mâchoires se referment sur les 50 tranches séparées.

Les 50 logements de ces mâchoires étant espacés d'un demi pas de référence, ce resserrement des mâchoires du premier peigne sur les  
25 tranches :

- impose un décalage d'un demi pas de référence aux tranches,
- et maintient ensuite lesdites tranches rangées régulièrement selon un demi pas de référence, les faces actives des tranches d'un même substrat se faisant face (comme dans le cas de la machine 1).

30 Pour permettre aux tranches de venir de la sorte en décalage de demi pas de référence (c'est à dire qu'une tranche sur deux doit se déplacer d'un demi pas de référence selon la direction Y – qui correspond sensiblement à la direction de rangement des tranches et substrats et à la longueur des mâchoires), les entrées des logements des mâchoires du  
35 premier peigne sont évasées.

5 Et un autre élément qui favorise ce déplacement d'une tranche sur deux, est que les tranches se trouvent inclinées dans les logements du poussoir suite au décollement, et jouissent d'une certaine liberté de mouvement dans la direction Y.

Enfin, on précise qu'en association avec ce resserrement des  
10 mâchoires du premier peigne, on commande la descente du poussoir de manière à ce que celui-ci libère progressivement les tranches, et permettent à la fois leur redressement à la verticale et leur mise en décalage d'un demi pas de référence.

On dispose donc à ce stade des tranches rangées régulièrement  
15 avec un demi pas de référence de décalage, dans les mâchoires du premier peigne.

Le poussoir de ST'1 termine sa course vers le bas et est escamoté dans la base 21.

L'ensemble 22 est ensuite déplacé de la station ST'1 à la station  
20 ST'2, où il est positionné.

A cette station, on procède à un dégroupage des tranches (c'est à dire qu'on prélève une tranche sur deux pour la descendre dans la cassette de ST'2).

Ce dégroupage peut se faire de la même manière qu'exposé ci-  
25 dessus à propos de la machine 1, ici encore grâce au deuxième peigne et au poussoir de la station.

25 tranches sont ainsi descendues dans la cassette de ST'2, pendant que les 25 autres demeurent maintenues en position haute par le deuxième peigne.

30 Les moyens 23 font ensuite basculer les tranches (de manière à ce que leurs faces actives soient tournées vers le haut), et les présentant au robot 24.

Ce robot va ensuite déposer les tranches alors que celles-ci demeurent en position horizontale, dans l'un des contenants de la station  
35 ST'3.

5 Les 25 autres tranches sont ensuite reprise par le poussoir de ST'2 que l'on a remonté, le deuxième peigne s'ouvrant à cet effet.

On précise que le poussoir de ST'2 peut à cet effet avoir 50 logements décalés d'un demi pas de référence, les logements utilisés pour descendre les 25 premières tranches étant intercalés entre ceux utilisés  
10 pour descendre les 25 dernières tranches.

Il est également possible de monter ce poussoir mobile en translation selon la direction Y, et de commander sa translation d'un demi pas de référence selon cette direction pour venir en regard des tranches demeurant dans le deuxième peigne. Dans ce cas le poussoir de ST'2 peut  
15 ne comporter que 25 logements, espacés d'un pas de référence.

Et il est dans ce dernier cas également possible de prévoir que c'est le deuxième peigne qui peut être déplacé d'un demi pas de référence selon la direction Y.

De même, la cassette de la station ST'2 peut être décalée d'un demi  
20 pas de référence selon la direction Y pour recevoir les tranches.

Ce deuxième lot de tranches est ensuite manipulé par les moyens 23 pour être mises à l'horizontale, en subissant dans le même temps un retournement d'un demi tour pour se trouver face active en haut.

Et le robot 24 amène de la même manière que pour le premier lot de  
25 tranches, ces nouvelles tranches jusqu'à les déposer dans un contenant de la station ST'3.

On précise que dans ce deuxième mode principal de mise en œuvre de l'invention, on peut adapter la configuration des différents éléments : ainsi, les axes de rotation des mâchoires du premier peigne 221, et du  
30 séparateur, peuvent être orientés différemment. En outre, on pourra également prévoir non pas seulement une paire d'éléments de séparation comme représenté sur la figure 6, mais plusieurs paires, la configuration des éléments de séparation pouvant être adaptée.

On comprend que cette deuxième machine permet d'atteindre les  
35 mêmes avantages que mentionnés ci-dessus à propos de la première machine.

5 Ici encore, on pourra adapter la forme, la disposition et/ou la cinématique de resserrement du peigne sur les substrats de manière à ce que le décollement des substrats ne se fasse pas simultanément, mais séquentiellement.

10 En outre, dans le cas de cette deuxième machine les moyens spécifiques de maintien des substrats et leur mode de mise en œuvre permettent de stabiliser les substrats et de contrôler finement leur position, et d'effectuer ainsi le décollement de substrats de grandes dimensions avec un haut degré de sécurité.

15 On précise que bien qu'un des avantages de l'invention soit de permettre de décoller en même temps un nombre important de substrats en traitant des séries de substrats simultanément (ou avec un décalage temporel contrôlé), les différentes formes de l'invention peuvent même être mises en œuvre pour le décollement individuel de substrats pris séparément, étant donné que les configurations spécifiques des machines  
20 et les étapes de leur fonctionnement sont en elles-mêmes avantageuses : même dans ce mode de mise en œuvre, les cadences se trouvent augmentées par rapport au décollement tel que pratiqué actuellement, en particulier à la main.

On comprend évidemment que l'invention n'est pas limitée aux  
25 modes de réalisation décrits en détail ci-dessus. L'homme du métier pourra ainsi adapter ses enseignements : par exemple, les mouvements relatifs des poussoirs et des autres éléments des machines décrites peuvent être obtenus non pas en montant/baissant les poussoirs vers certains éléments des machines (peignes, ...), mais en baissant/montant (respectivement)  
30 lesdits éléments.





5

### REVENDEICATIONS

1. Dispositif (1, 2) de décollement de substrat (S), ledit substrat  
10      comprenant deux tranches accolées définissant entre elles un plan de  
        clivage, caractérisé en ce que le dispositif comprend :
  - des moyens pour alimenter des moyens de décollement avec une  
        pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de  
        substrats,
  - 15      • des moyens de décollement (121, 221a, 221b, 222a, 222b) des  
        tranches desdits substrats,
  - et des moyens (121, 221a, 221b) pour réaliser un déplacement  
        contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement  
        selon une direction sensiblement parallèle à la direction de  
20      rangement des substrats,  
        de sorte que le dispositif est apte à réaliser le décollement de la pluralité  
        de substrats.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de  
25      décollement permettent de réaliser un décollement simultané des  
        tranches desdits substrats.
3. Dispositif selon la revendication 1; caractérisé en ce que les moyens de  
        décollement permettent de réaliser un décollement séquentiel des  
30      tranches desdits substrats.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les  
        moyens d'alimentation en substrats comprennent un poussoir apte à  
        soulever les substrats rangés dans un support de type berceau.

35



### REVENDEICATIONS

1. Dispositif (1, 2) de décollement de substrat (S), ledit substrat comprenant deux tranches accolées définissant entre elles un plan de clivage, caractérisé en ce que le dispositif comprend :
  - des moyens pour alimenter des moyens de décollement avec une pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de substrats,
  - des moyens de décollement (121, 221a, 221b, 222a, 222b) des tranches desdits substrats, ces moyens de décollement comprenant des mâchoires mobiles,
  - et des moyens (121, 221a, 221b) pour réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement selon une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrats,de sorte que le dispositif est apte à réaliser le décollement de la pluralité de substrats.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de décollement permettent de réaliser un décollement simultané des tranches desdits substrats.
3. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que les moyens de décollement permettent de réaliser un décollement séquentiel des tranches desdits substrats.
4. Dispositif selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce que les moyens d'alimentation en substrats comprennent un poussoir apte à soulever les substrats rangés dans un support de type berceau.

5 5. Procédé de décollement de substrat comprenant deux tranches accolées définissant entre elles un plan de clivage, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :

- Manipuler une pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de substrats, pour les amener en regard de moyens de  
10 décollement,
- réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement selon une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrat.

15 6. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le procédé comprend en outre la manipulation des tranches décollées de manière à constituer deux lots, chaque lot comprenant une tranche respective de chaque substrat, et à déposer chacun des deux lots dans un emplacement respectif.

20

7. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :

- Les moyens de décollement du dispositif comprennent un  
premier ensemble de peigne (121) formant mâchoire comportant  
25 au moins deux mâchoires (121a, 121b) mobiles situées de part et d'autre d'un espace destiné à recevoir les substrats,
- les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
- chaque mâchoire comprenant elle-même une première (1211b)  
30 et une deuxième (1212b) parties,
- les deux parties de chaque mâchoire comportant des logements (L11b, L12b, L2b) concaves correspondants pour recevoir et maintenir les substrats,
- la géométrie desdits logements correspondants étant adaptée  
35 pour, suite au resserrement des première et deuxième parties



5. Procédé de décollement de substrat comprenant deux tranches accolées définissant entre elles un plan de clivage, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :
  - Manipuler une pluralité de substrats disposés selon une direction de rangement de substrats, pour les amener en regard de moyens de décollement,
  - réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement selon une direction sensiblement parallèle à la direction de rangement des substrats.
6. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le procédé comprend en outre la manipulation des tranches décollées de manière à constituer deux lots, chaque lot comprenant une tranche respective de chaque substrat, et à déposer chacun des deux lots dans un emplacement respectif.
7. Dispositif (1) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :
  - Les moyens de décollement du dispositif comprennent un premier ensemble de peigne (121) formant mâchoire comportant au moins deux mâchoires (121a, 121b) mobiles situées de part et d'autre d'un espace destiné à recevoir les substrats,
  - les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
  - chaque mâchoire comprenant elle-même une première (1211b) et une deuxième (1212b) parties,
  - les deux parties de chaque mâchoire comportant des logements (L11b, L12b, L2b) concaves correspondants pour recevoir et maintenir les substrats,
  - la géométrie desdits logements correspondants étant adaptée pour, suite au resserrement des première et deuxième parties

5 des deux mâchoires sur les substrats, solliciter en écartement les deux tranches de chaque substrat par coopération de formes des logements des premières parties des deux mâchoires et des deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement.

10 8. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les deux mâchoires du premier ensemble de peigne sont identiques.

9. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne, les  
15 logements concaves des première et deuxième parties de mâchoire comprennent un élément saillant central (A11b, A12b, A2b) tel qu'une arête, destiné à engager un substrat au niveau de son plan de clivage, ledit élément saillant définissant un plan général dans lequel il s'étend.

20 10. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne :

- chaque logement concave de la première partie de mâchoire (121, 1b) présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre dudit élément saillant :

25 ➤ une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour coopérer avec un premier côté du substrat, et

30 ➤ une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec un deuxième côté du substrat,

35 • de sorte que lors du resserrement des premières parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat dispose, par rapport auxdites premières parties et selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de

des deux mâchoires sur les substrats, solliciter en écartement les deux tranches de chaque substrat par coopération de formes des logements des premières parties des deux mâchoires et des deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement.

8. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les deux mâchoires du premier ensemble de peigne sont identiques.
9. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne, les logements concaves des première et deuxième parties de mâchoire comprennent un élément saillant central (A11b, A12b, A2b) tel qu'une arête, destiné à engager un substrat au niveau de son plan de clivage, ledit élément saillant définissant un plan général dans lequel il s'étend.
10. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne :
  - chaque logement concave de la première partie de mâchoire (1211b) présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre dudit élément saillant :
    - une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour coopérer avec un premier côté du substrat, et
    - une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec un deuxième côté du substrat,
  - de sorte que lors du resserrement des premières parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat dispose, par rapport auxdites premières parties et selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de

5            liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du  
substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat.

11. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que dans  
chaque mâchoire du premier ensemble de peigne:

10            • chaque logement concave de la deuxième partie de mâchoire  
(1212b) présente en outre un profil asymétrique et comprend de part  
et d'autre dudit élément saillant :

➤ une première paroi orientée avec une première incidence  
générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour  
15            coopérer avec ledit deuxième côté dudit substrat, et

➤ une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence  
générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui  
est plus importante que ladite première incidence générale, pour  
coopérer avec ledit premier côté dudit substrat,

20            • de sorte que lors du resserrement des deuxième parties des  
mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche  
du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat dispose, par  
rapport auxdites deuxième parties et selon la direction  
perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de

25            liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du  
substrat qui se trouve du premier côté du substrat,

• de manière à solliciter les deux tranches en écartement lors du  
resserrement du premier ensemble de peigne sur le substrat.

30    12. Dispositif selon l'une des cinq revendications précédentes, caractérisé  
en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la  
première partie comprend deux membres (12111b, 12112b) agencés de  
part et d'autre de la deuxième partie (1212b):



liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat.

11. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne:

- chaque logement concave de la deuxième partie de mâchoire (1212b) présente en outre un profil asymétrique et comprend de part et d'autre dudit élément saillant :
  - une première paroi orientée avec une première incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, pour coopérer avec ledit deuxième côté dudit substrat, et
  - une deuxième paroi orientée avec une deuxième incidence générale par rapport au plan général dudit élément saillant, qui est plus importante que ladite première incidence générale, pour coopérer avec ledit premier côté dudit substrat,
- de sorte que lors du resserrement des deuxièmes parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur le substrat, la tranche du substrat qui se trouve du deuxième côté du substrat dispose, par rapport auxdites deuxièmes parties et selon la direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant, d'un degré de liberté de mouvement moindre que celui dont dispose la tranche du substrat qui se trouve du premier côté du substrat,
- de manière à solliciter les deux tranches en écartement lors du resserrement du premier ensemble de peigne sur le substrat.

12. Dispositif selon l'une des cinq revendications précédentes, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la première partie comprend deux membres (1211b, 1212b) agencés de part et d'autre de la deuxième partie (1212b).



- 5 13. Dispositif selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la deuxième partie est mobile par rapport à la première partie.
- 10 14. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les moyens pour réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement comprennent des moyens de déplacement relatif en translation de la deuxième partie de chaque mâchoire par rapport à la première partie de chaque mâchoire respective, selon une direction perpendiculaire au plan général dudit
- 15 élément saillant.
15. Dispositif selon l'une des huit revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend en outre un deuxième ensemble de peigne (122), dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les
- 20 substrats indépendamment des première et deuxième parties.
16. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième ensemble de peigne comporte en outre une pluralité de passages pour laisser passer certaines tranches.
- 25 17. Dispositif selon l'une des dix revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend en outre trois stations, dont une première station pour recevoir au moins un substrat à décoller, et deux stations pour recevoir chacune une tranche respective de chaque substrat
- 30 décollé.
18. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le ou les ensemble(s) de peigne est (sont) monté(s) mobile(s) par rapport aux stations et il est prévu des moyens pour déplacer le(s) dit(s) ensemble(s)
- 35 de peigne en regard de chaque station, sélectivement.



13. Dispositif selon l'une des quatre revendications précédentes, caractérisé en ce que dans chaque mâchoire du premier ensemble de peigne la deuxième partie est mobile par rapport à la première partie.
14. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les moyens pour réaliser un déplacement contrôlé de certaines tranches de substrats après leur décollement comprennent des moyens de déplacement relatif en translation de la deuxième partie de chaque mâchoire par rapport à la première partie de chaque mâchoire respective, selon une direction perpendiculaire au plan général dudit élément saillant.
15. Dispositif selon l'une des huit revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend en outre un deuxième ensemble de peigne (122), dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les substrats indépendamment des première et deuxième parties.
16. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième ensemble de peigne comporte en outre une pluralité de passages pour laisser passer certaines tranches.
17. Dispositif selon l'une des dix revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend en outre trois stations, dont une première station pour recevoir au moins un substrat à décoller, et deux stations pour recevoir chacune une tranche respective de chaque substrat décollé.
18. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le ou les ensemble(s) de peigne est (sont) monté(s) mobile(s) par rapport aux stations et il est prévu des moyens pour déplacer le(s)dit(s) ensemble(s) de peigne en regard de chaque station, sélectivement.

- 5 19. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque station est pourvue d'un poussoir respectif.
- 10 20. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le poussoir associé à la première station comporte des logements pour recevoir des substrats, le poussoir associé aux autres stations comportant des logements pour recevoir respectivement une des tranches issues du décollement de chaque substrat.
- 15 21. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque logement du poussoir associé à la première station comporte en outre un élément saillant dans sa région médiane, pour engagement au niveau du plan de clivage du substrat.
- 20 22. Procédé de décollement des tranches de substrat comportant un plan de clivage entre deux tranches grâce à un dispositif selon l'une des quinze revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :
- Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
  - Resserrer les première et deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur chaque substrat, de manière à
- 25 maintenir chaque substrat et solliciter en écartement les deux tranches de chaque substrat par coopération de formes des logements des premières parties des deux mâchoires et des
- deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement.
- 30 23. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que lors dudit resserrement, la coopération de forme des logements des premières parties des deux mâchoires provoque en outre un décalage contrôlé entre les deux tranches de chaque substrat, selon une direction
- 35 perpendiculaire au plan de clivage.



19. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que chaque station est pourvue d'un poussoir respectif.

20. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le poussoir associé à la première station comporte des logements pour recevoir des substrats, le poussoir associé aux autres stations comportant des logements pour recevoir respectivement une des tranches issues du décollement de chaque substrat.

21. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque logement du poussoir associé à la première station comporte en outre un élément saillant dans sa région médiane, pour engagement au niveau du plan de clivage du substrat.

22. Procédé de décollement des tranches de substrat comportant un plan de clivage entre deux tranches grâce à un dispositif selon l'une des quinze revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :

- Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
- Resserrer les première et deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne sur chaque substrat, de manière à maintenir chaque substrat et solliciter en écartement les deux tranches de chaque substrat par coopération de formes des logements des premières parties des deux mâchoires et des deuxièmes parties des deux mâchoires, respectivement.

23. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que lors dudit resserrement, la coopération de forme des logements des premières parties des deux mâchoires provoque en outre un décalage contrôlé entre les deux tranches de chaque substrat, selon une direction perpendiculaire au plan de clivage.

5 24. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le décollement est réalisé lors dudit décalage contrôlé.

25. Procédé selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que suite audit resserrement on desserre les première et  
10 deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne de manière à relâcher les tranches séparées, et on resserre des mâchoires d'un deuxième ensemble de peigne, de manière à retenir uniquement certaines tranches de substrat.

15 26. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième tranche décollée dans un deuxième contenant.

20 27. Application d'un procédé selon l'une des cinq revendications précédentes, pour le décollement de substrats issus d'un procédé de type SMARTCUT<sup>®</sup>, une première tranche du substrat correspondant à un SOI, l'autre tranche correspondant à un reliquat de matériau  
25 semiconducteur tel que du silicium monocristallin.

28. Dispositif (2) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :

- le dispositif comprend un séparateur (222a, 222b) apte à être  
30 déplacé entre une position dans laquelle les substrats sont dégagés du séparateur, et une position dans laquelle les substrats sont attaqués par le séparateur,
- le dispositif comprend également un premier peigne (221a, 221b) dédié à la préhension des substrats suite à l'attaque desdits  
35 substrats par ledit séparateur, et comportant au moins deux mâchoires mobiles,



24. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le décollement est réalisé lors dudit décalage contrôlé.
25. Procédé selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que suite audit resserrement on desserre les première et deuxième parties des mâchoires du premier ensemble de peigne de manière à relâcher les tranches séparées, et on resserre des mâchoires d'un deuxième ensemble de peigne, de manière à retenir uniquement certaines tranches de substrat.
26. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième tranche décollée dans un deuxième contenant.
27. Application d'un procédé selon l'une des cinq revendications précédentes, pour le décollement de substrats issus d'un procédé de type SMARTCUT<sup>®</sup>, une première tranche du substrat correspondant à un SOI, l'autre tranche correspondant à un reliquat de matériau semiconducteur tel que du silicium monocristallin.
28. Dispositif (2) selon l'une des revendications 1 à 4, caractérisé en ce que :
- le dispositif comprend un séparateur (222a, 222b) apte à être déplacé entre une position dans laquelle les substrats sont dégagés du séparateur, et une position dans laquelle les substrats sont attaqués par le séparateur,
  - le dispositif comprend également un premier peigne (221a, 221b) dédié à la préhension des substrats suite à l'attaque desdits substrats par ledit séparateur, et comportant au moins deux mâchoires mobiles,

- 5       • les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
- chaque mâchoire comportant des logements espacés d'une manière désirée, de sorte que suite au resserrement desdites mâchoires sur les substrats, les tranches des substrats se trouvent espacées de
- 10       ladite manière désirée.

29. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit séparateur a une section transversale en forme de coin saillant.

15 30. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend au moins deux stations, dont une station dédiée au décollement et une station dédiée au déchargement des tranches décollées.

20 31. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque station est pourvue d'un poussoir respectif.

32. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le poussoir de la station dédiée au décollement comporte des logements

25       destinés à recevoir les substrats, logements dont la section présente un profil de forme générale en « V ».

33. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la forme détaillée desdits logements du poussoir est en « W », une arête

30       centrale étant prévue au fond de chaque logement.

34. Dispositif selon l'une des six revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend également un deuxième peigne, dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les substrats indépendamment

35       des première et deuxième parties.



- les mâchoires étant aptes à maintenir les substrats par suite du resserrement des mâchoires sur les substrats,
- chaque mâchoire comportant des logements espacés d'une manière désirée, de sorte que suite au resserrement desdites mâchoires sur les substrats, les tranches des substrats se trouvent espacées de ladite manière désirée.

29. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ledit séparateur a une section transversale en forme de coin saillant.

30. Dispositif selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend au moins deux stations, dont une station dédiée au décollement et une station dédiée au déchargement des tranches décollées.

31. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque station est pourvue d'un poussoir respectif.

32. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le poussoir de la station dédiée au décollement comporte des logements destinés à recevoir les substrats, logements dont la section présente un profil de forme générale en « V ».

33. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que la forme détaillée desdits logements du poussoir est en « W », une arête centrale étant prévue au fond de chaque logement.

34. Dispositif selon l'une des six revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend également un deuxième peigne, dont les mâchoires peuvent être resserrées sur les substrats indépendamment des première et deuxième parties.



- 5 35. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième peigne comporte en outre une pluralité de passages pour laisser passer certaines tranches.
36. Dispositif selon l'une des huit revendications précédentes, caractérisé en  
10 ce que le dispositif comprend également un guide destiné à positionner les substrats de façon précise.
37. Procédé de décollement des tranches de substrat comportant un plan de clivage entre deux tranches grâce à un dispositif selon l'une des neuf  
15 revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :
- Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
  - Resserrer les parties du séparateur sur chaque substrat, de manière à réaliser le décollement des deux tranches de chaque  
20 substrat,
  - Resserrer sur les tranches de substrat décollées des mâchoires permettant de maintenir les tranches.
38. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que  
25 préalablement au resserrement des mâchoires on maintient les tranches décollées dans des logements de poussoir en forme générale de « V ».
39. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que préalablement au décollement on maintient les substrats à  
30 l'aide d'un guide.
40. Procédé selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que suite au resserrement desdites mâchoires permettant de maintenir les tranches, on resserre sur ces mêmes tranches d'autres mâchoires  
35 permettant de retenir seulement certaines tranches.



35. Dispositif selon la revendication précédente, caractérisé en ce que le deuxième peigne comporte en outre une pluralité de passages pour laisser passer certaines tranches.
36. Dispositif selon l'une des huit revendications précédentes, caractérisé en ce que le dispositif comprend également un guide destiné à positionner les substrats de façon précise.
37. Procédé de décollement des tranches de substrat comportant un plan de clivage entre deux tranches grâce à un dispositif selon l'une des neuf revendications précédentes, caractérisé en ce que le procédé comprend les étapes consistant à :
- Amener chaque substrat dans un espace de réception de substrat,
  - Resserrer les parties du séparateur sur chaque substrat, de manière à réaliser le décollement des deux tranches de chaque substrat,
  - Resserrer sur les tranches de substrat décollées des mâchoires permettant de maintenir les tranches.
38. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que préalablement au resserrement des mâchoires on maintient les tranches décollées dans des logements de poussoir en forme générale de « V ».
39. Procédé selon l'une des deux revendications précédentes, caractérisé en ce que préalablement au décollement on maintient les substrats à l'aide d'un guide.
40. Procédé selon l'une des trois revendications précédentes, caractérisé en ce que suite au resserrement desdites mâchoires permettant de maintenir les tranches, on resserre sur ces mêmes tranches d'autres mâchoires permettant de retenir seulement certaines tranches.

5 41. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième tranche décollée dans un deuxième contenant.

10

42. Application d'un procédé selon l'une des quatre revendications précédentes, pour le décollement de substrats issus d'un procédé de type SMARTCUT®, une première tranche du substrat correspondant à un SOI, l'autre tranche correspondant à un reliquat de matériau semiconducteur  
15 tel que du silicium monocristallin.

41. Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que on retient une tranche de chaque substrat, l'autre tranche étant récupérée par un poussoir, et pour chaque substrat décollé on dépose la première tranche décollée dans un premier contenant, et la deuxième tranche décollée dans un deuxième contenant.
42. Application d'un procédé selon l'une des quatre revendications précédentes, pour le décollement de substrats issus d'un procédé de type SMARTCUT<sup>®</sup>, une première tranche du substrat correspondant à un SOI, l'autre tranche correspondant à un reliquat de matériau semiconducteur tel que du silicium monocristallin.

1 / 7

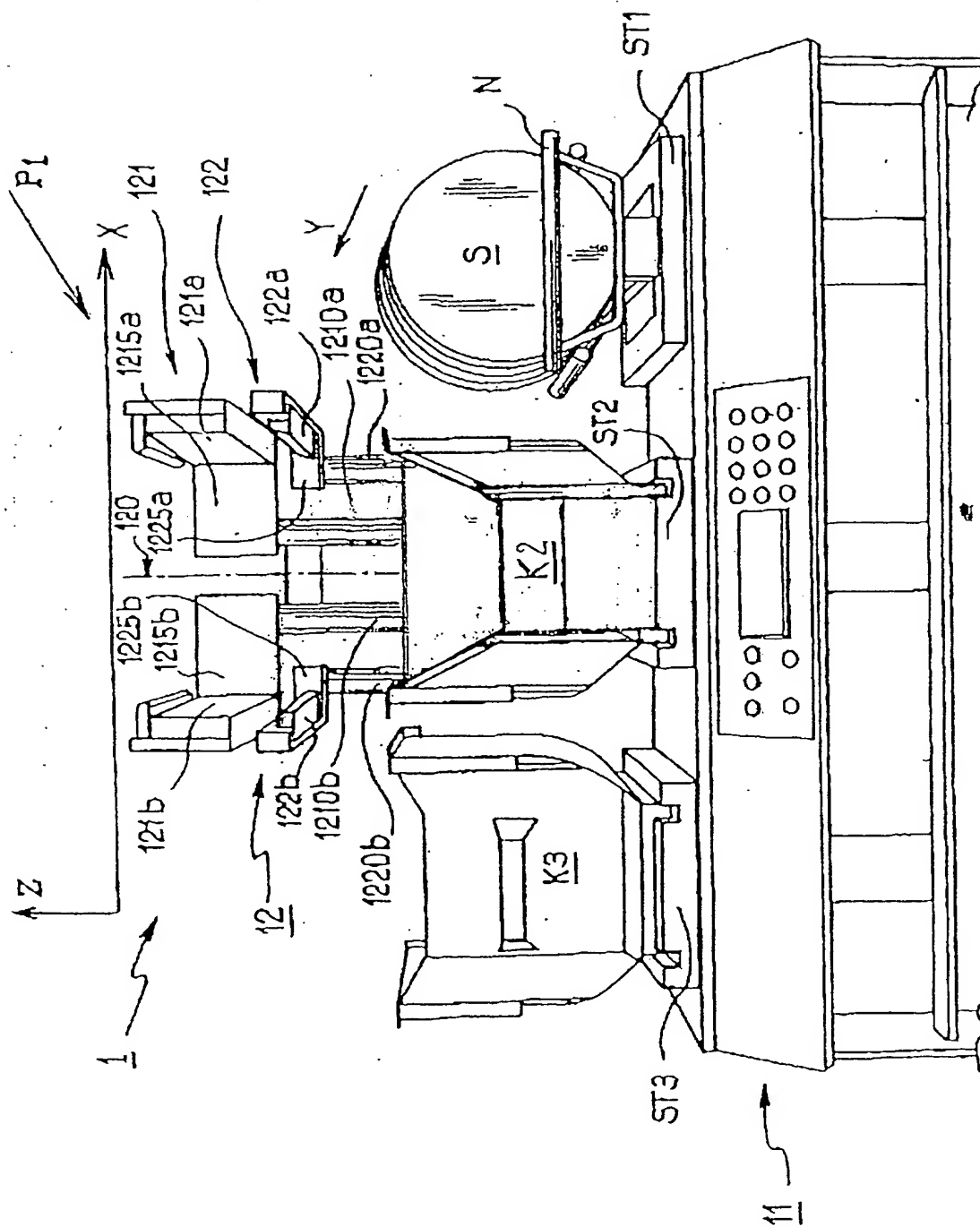
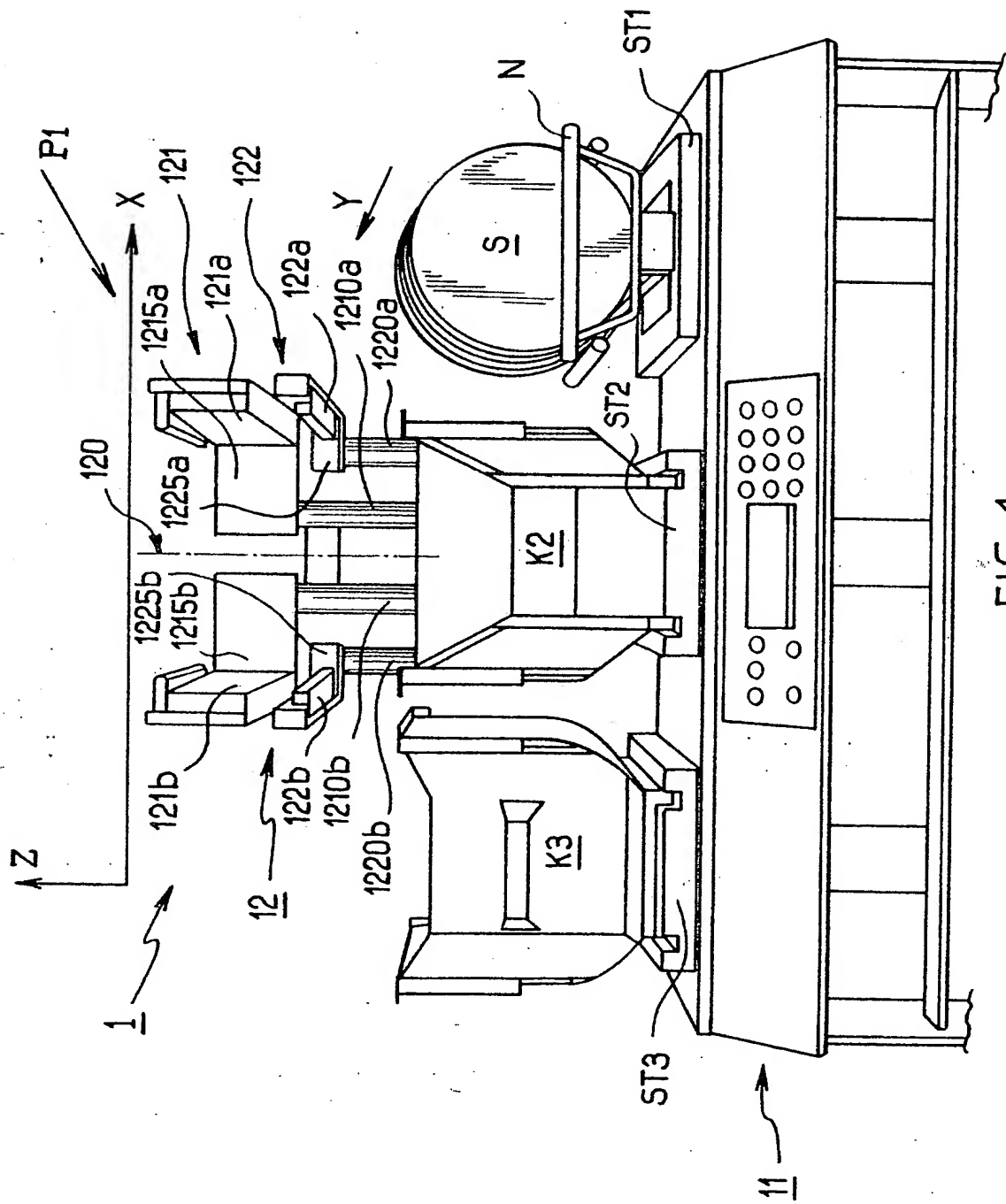
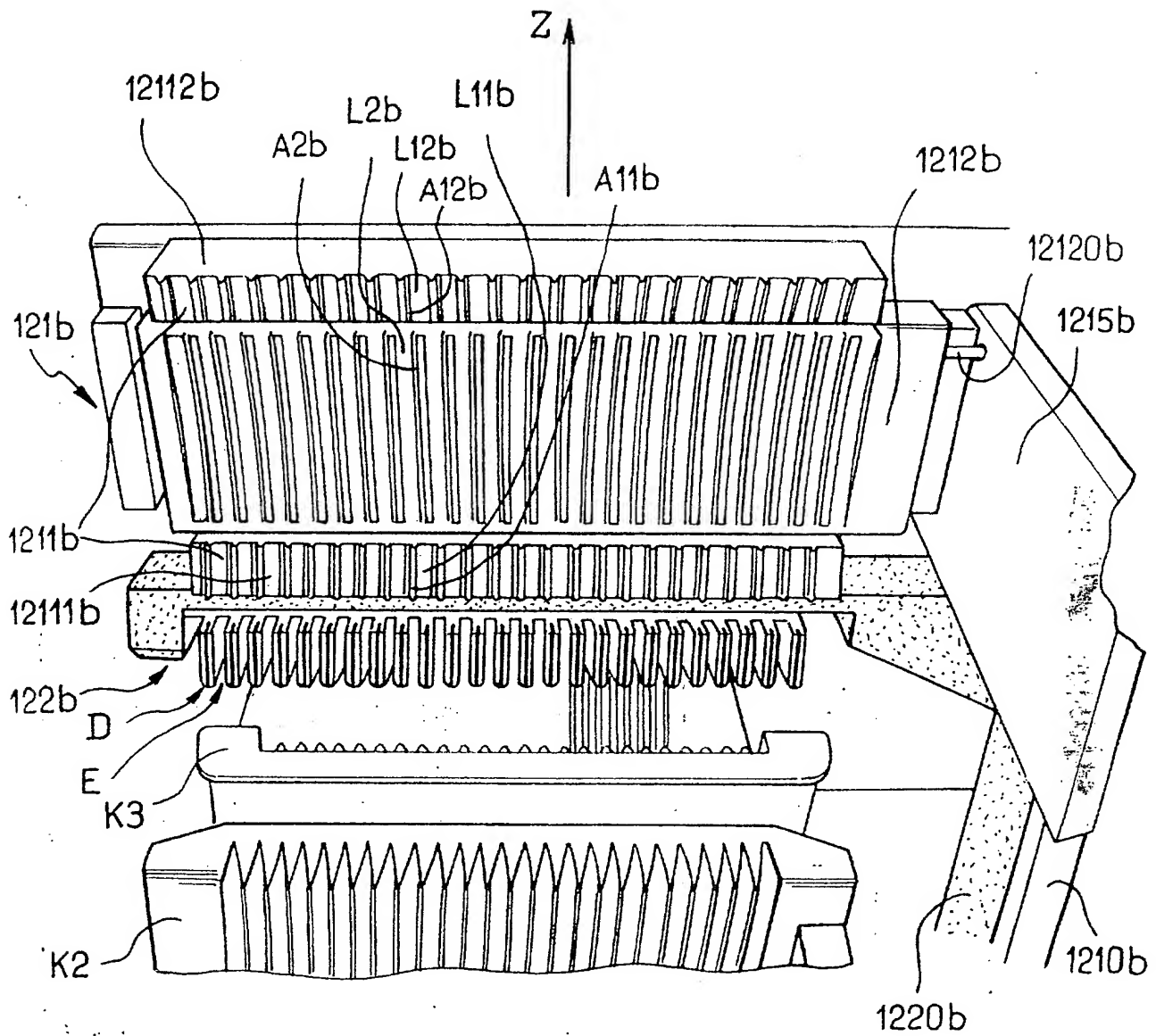


FIG. 1



2 / 7

FIG. 2

Z.

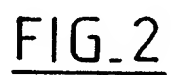
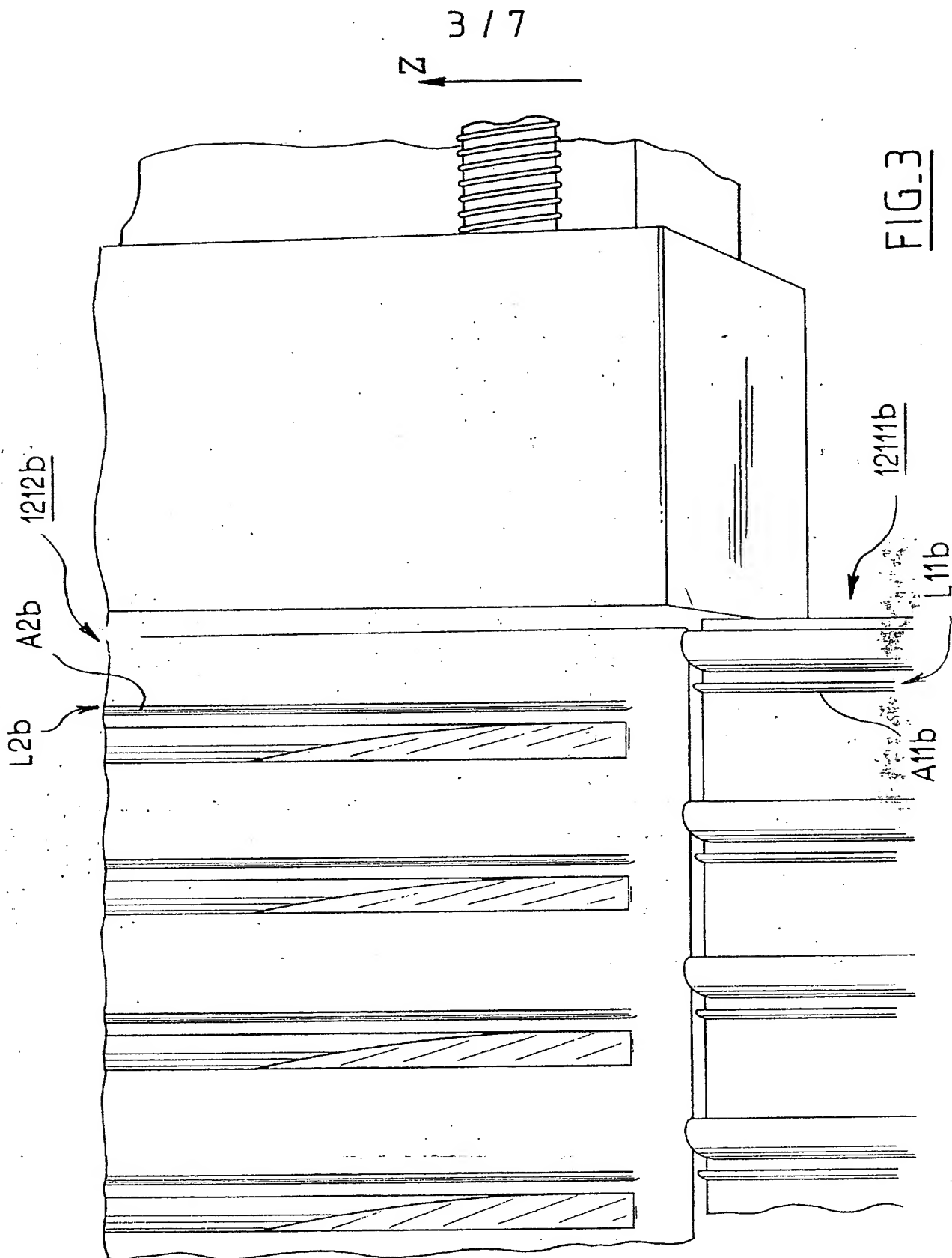
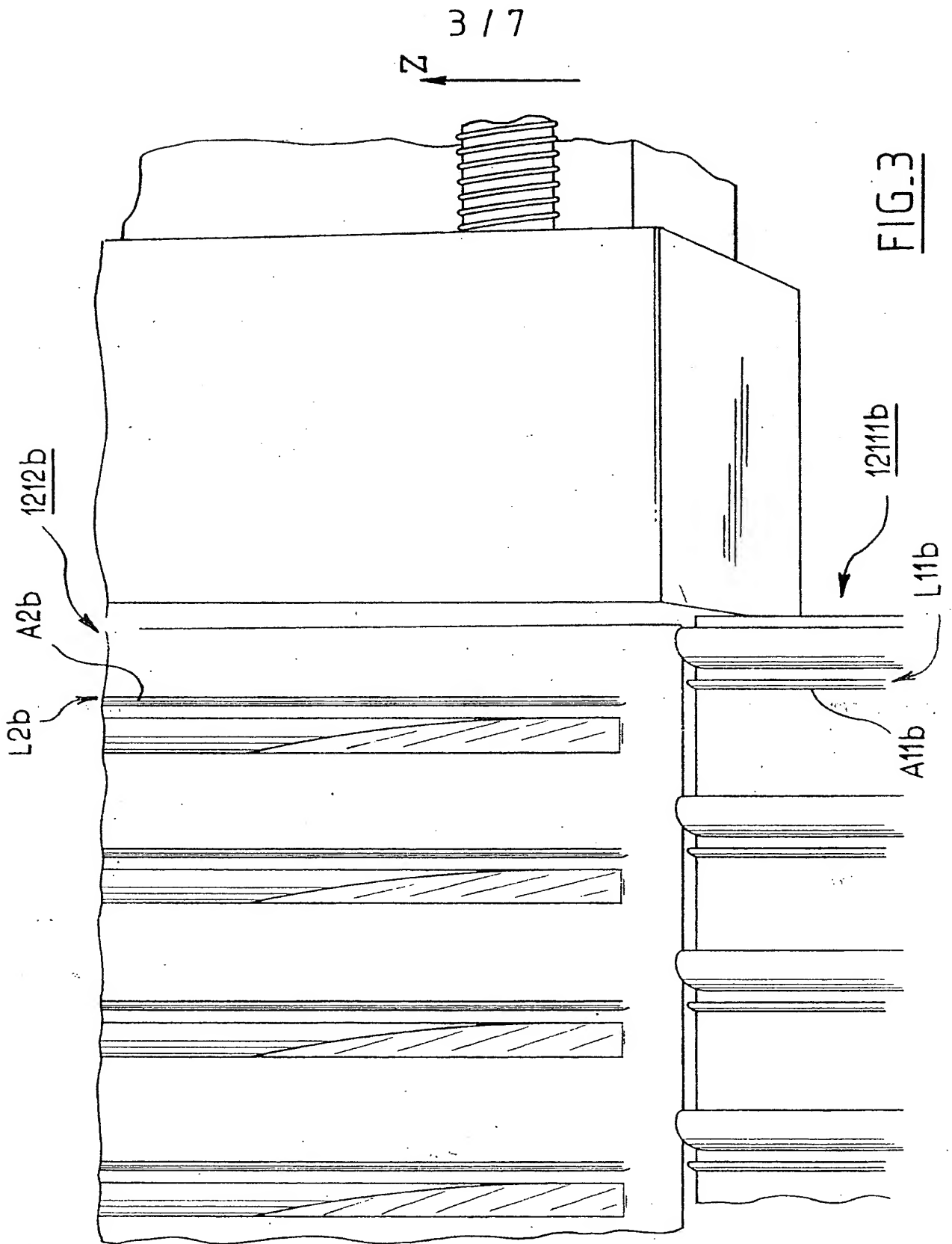


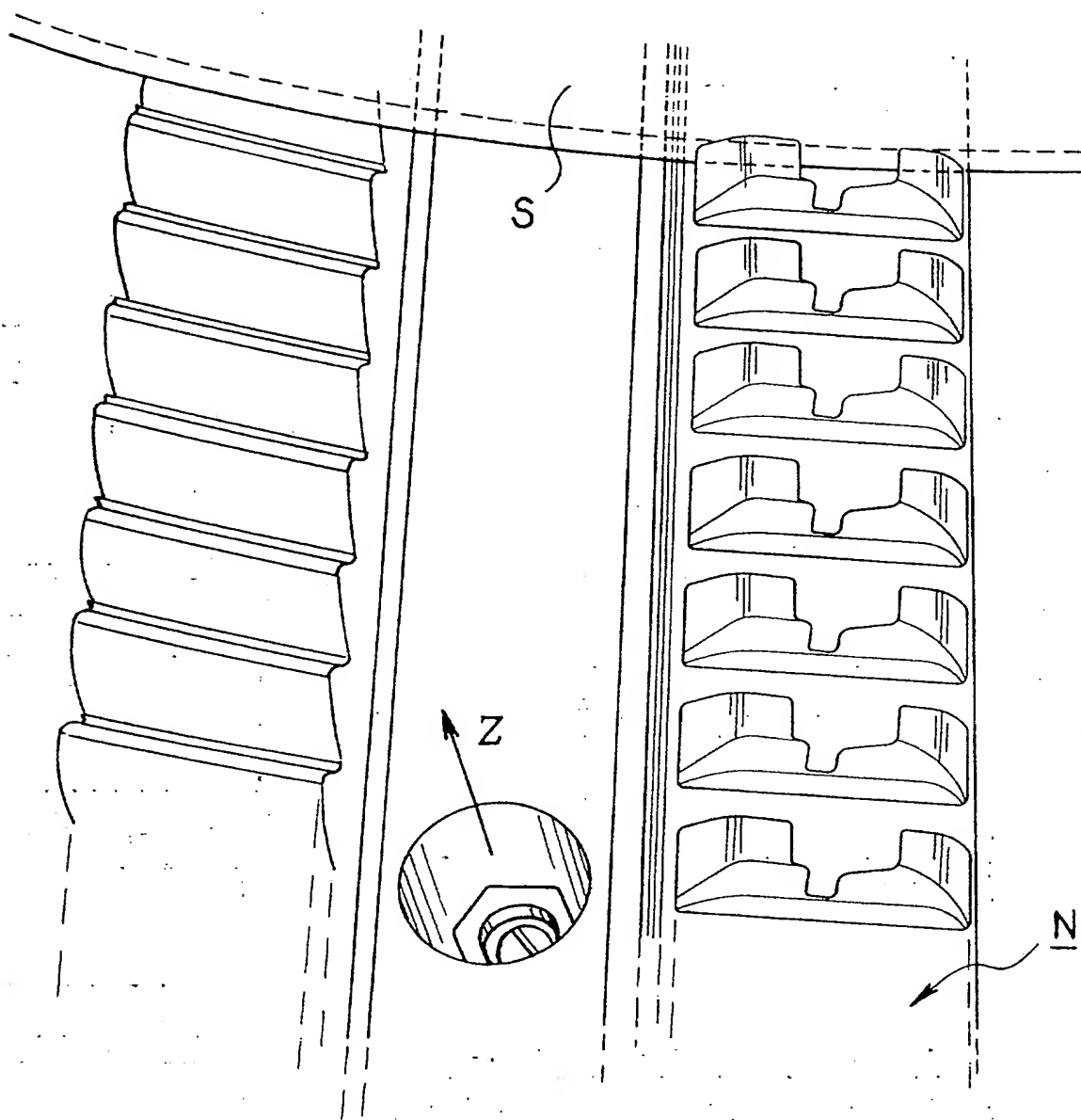
FIG. 2







4 / 7

FIG. 4

4 / 7

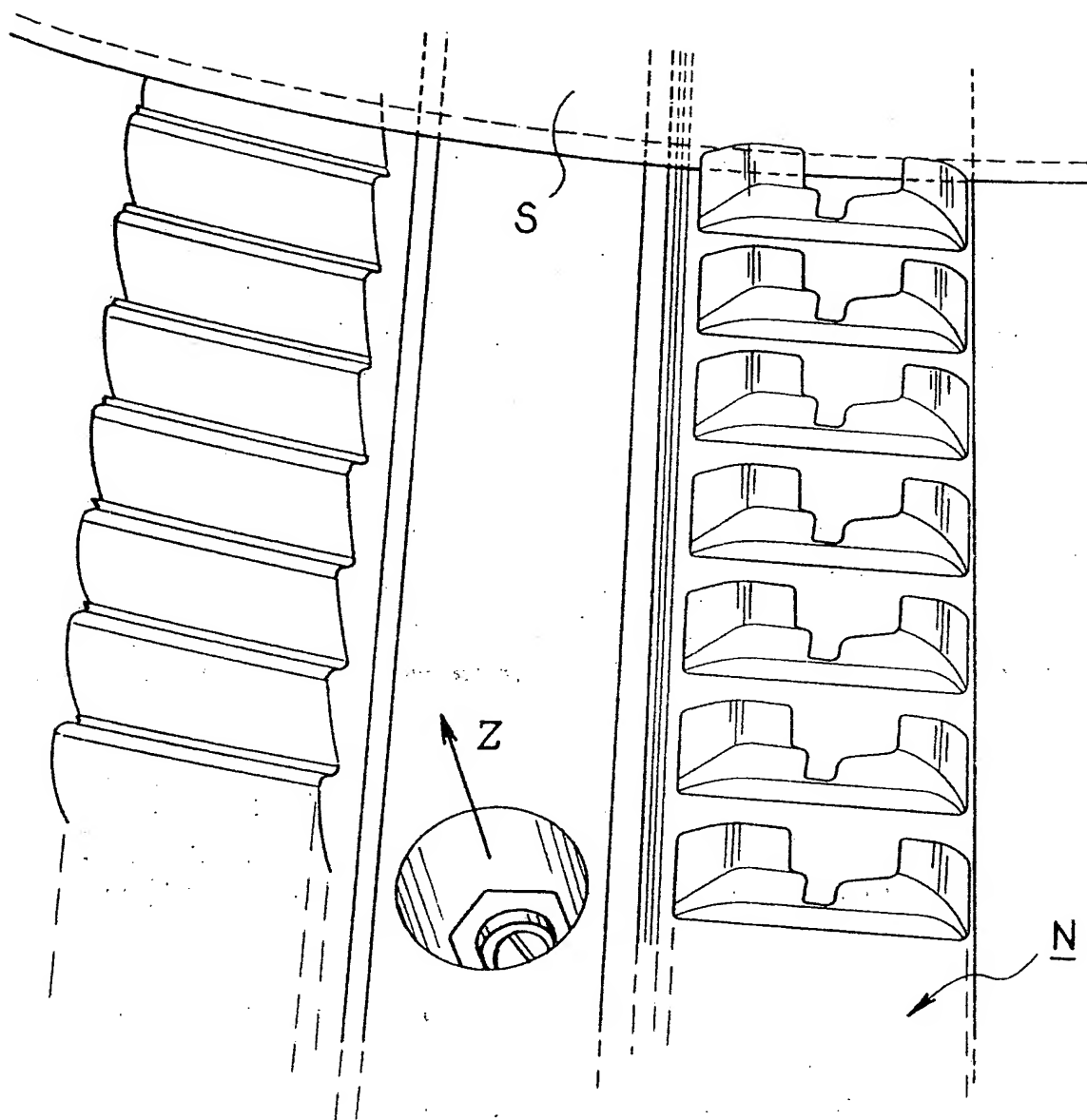
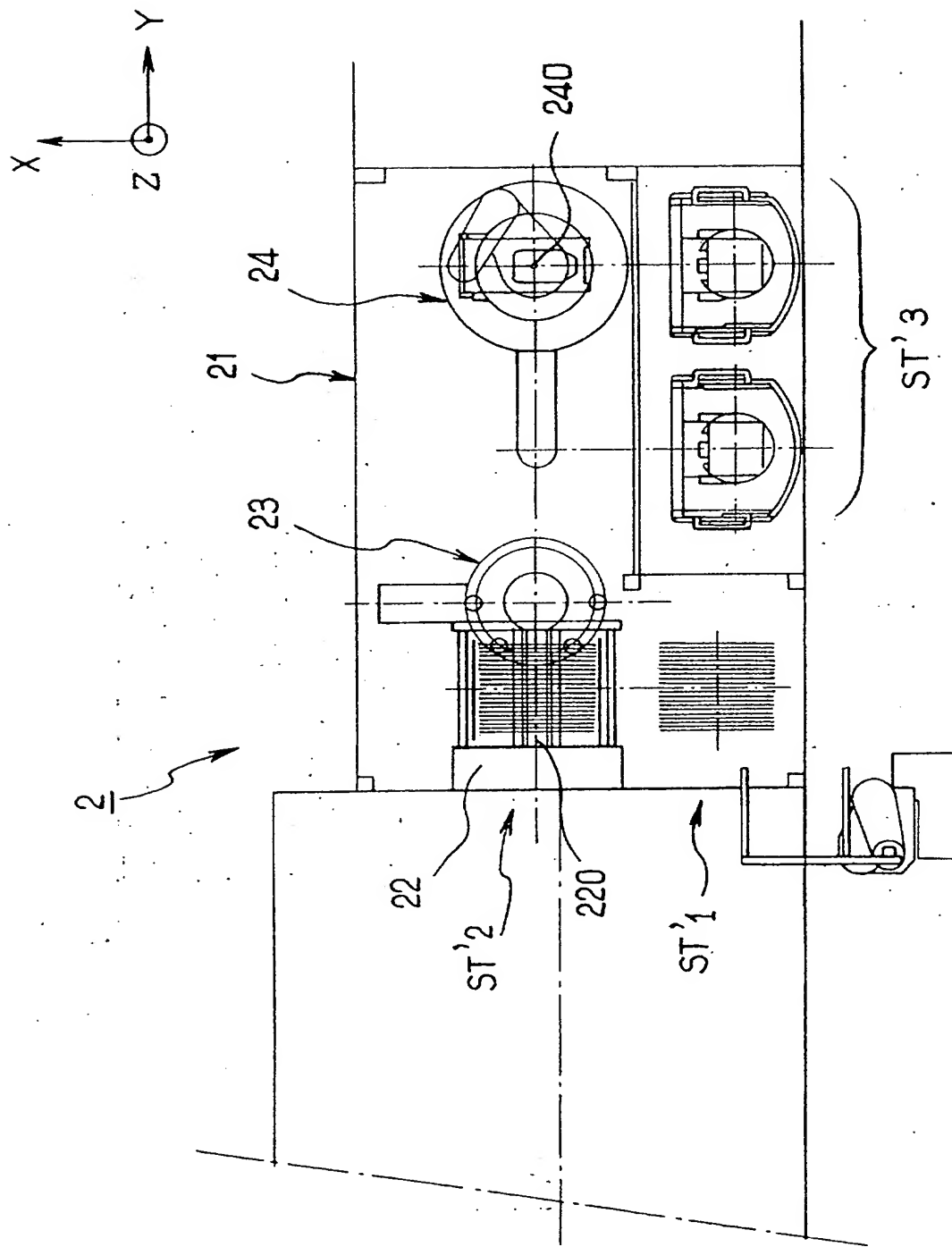
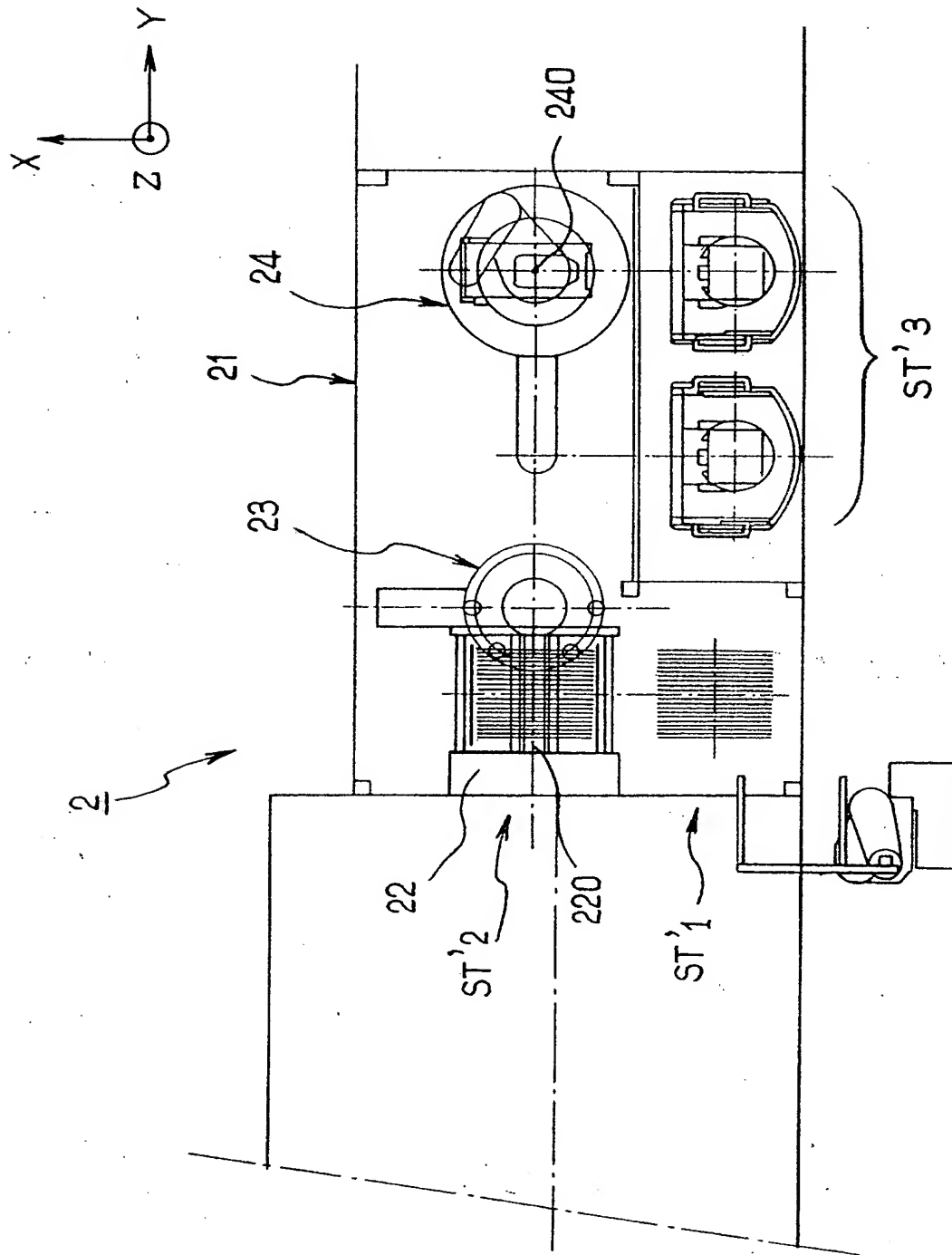


FIG. 4

5 / 7



FIG. 5

6 / 7

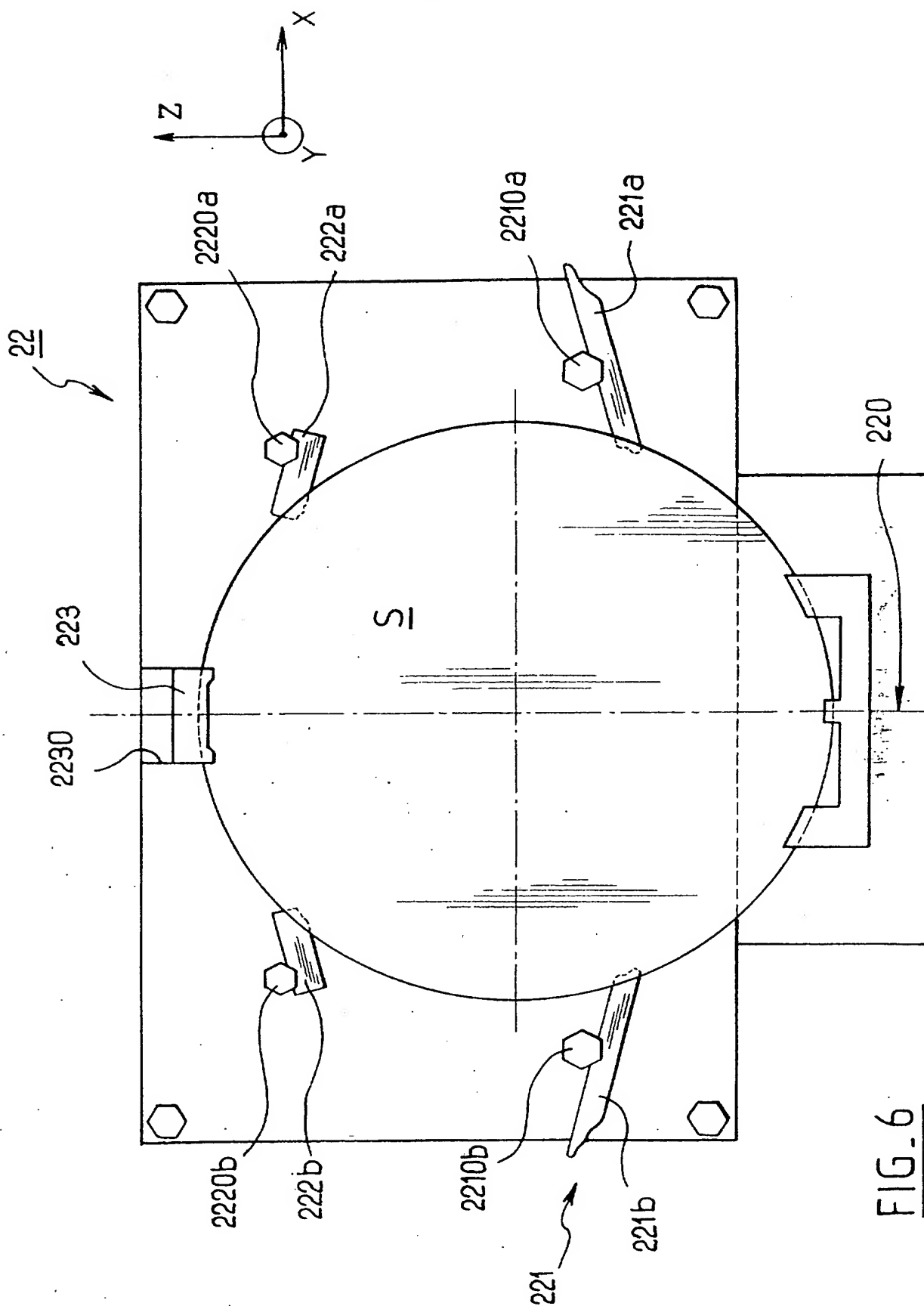


FIG. 6

617

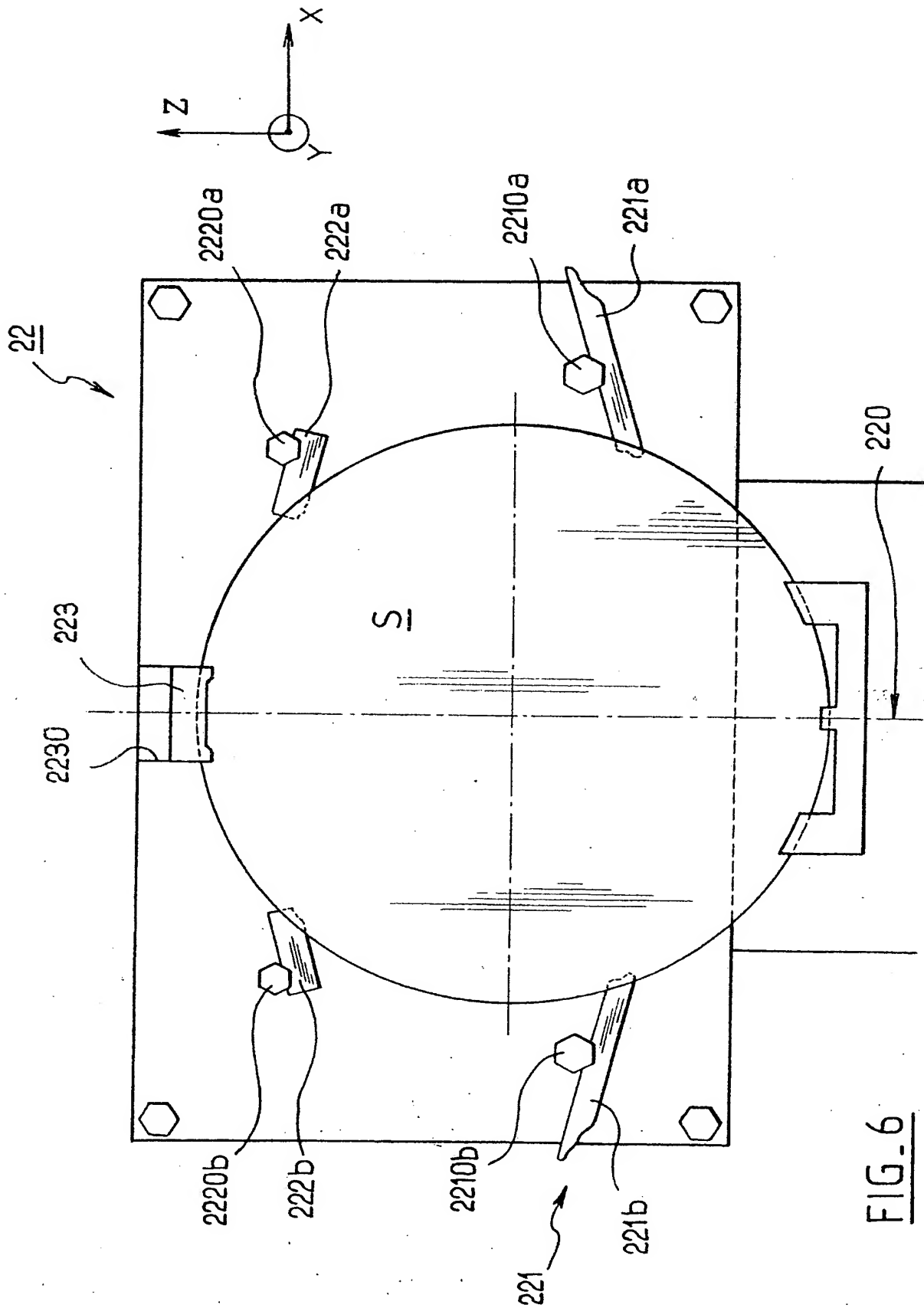


FIG. 6



7 / 7

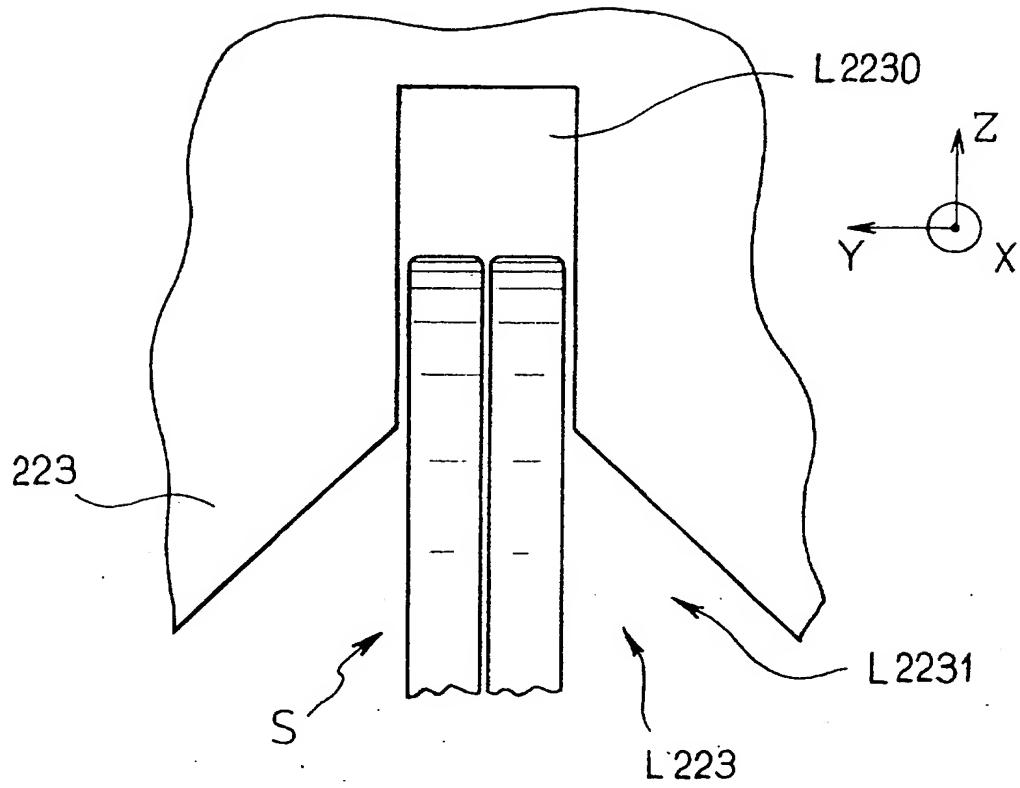


FIG. 7

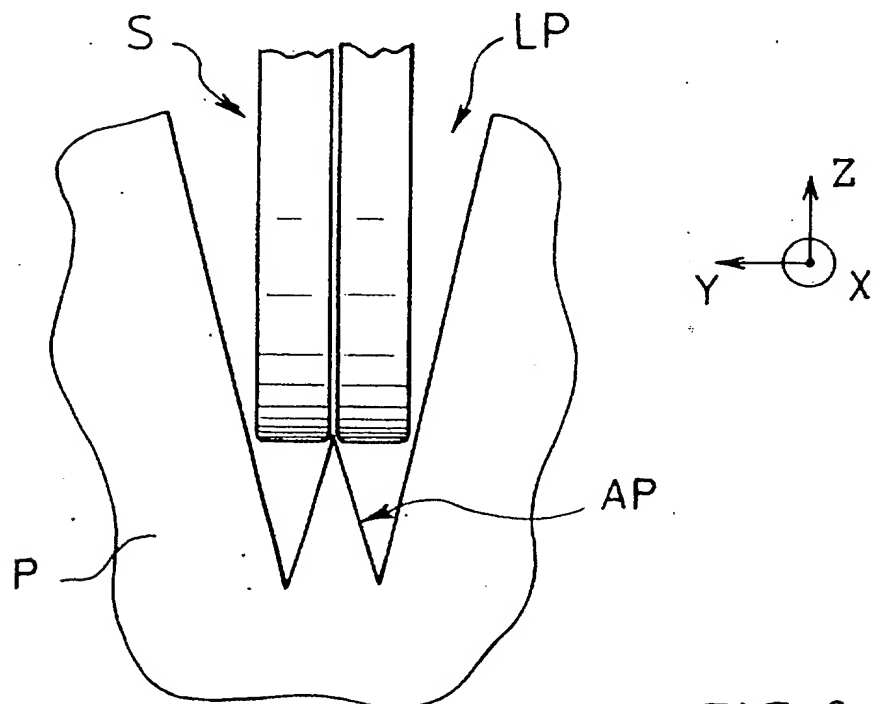


FIG. 8

7 / 7

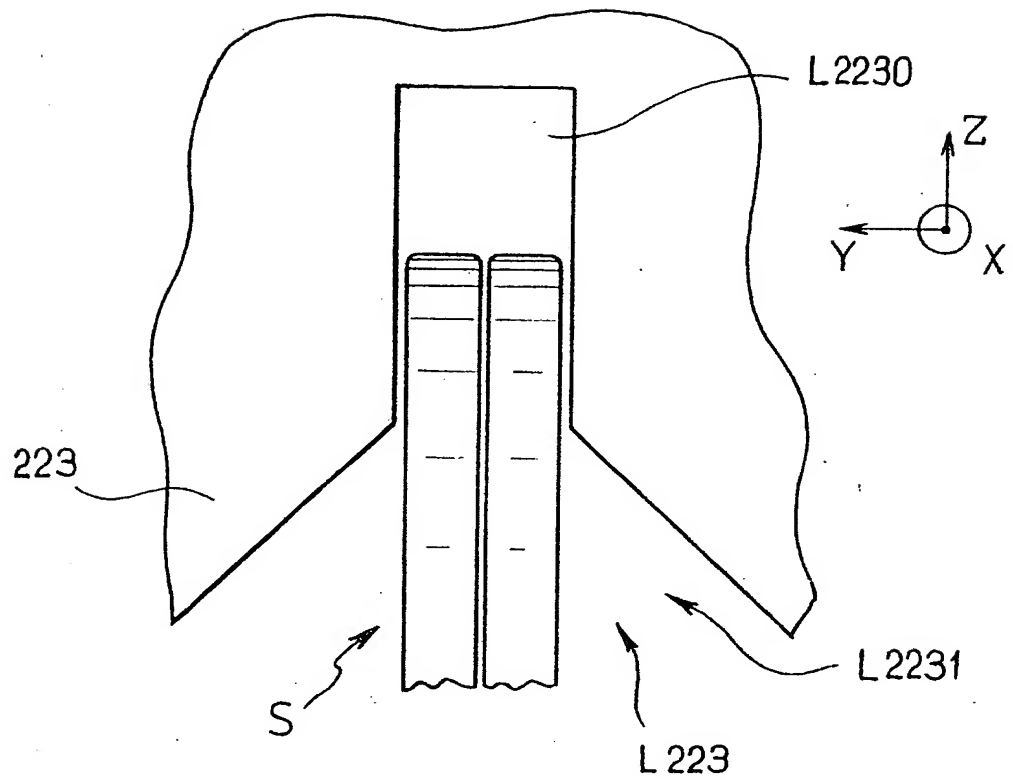


FIG. 7

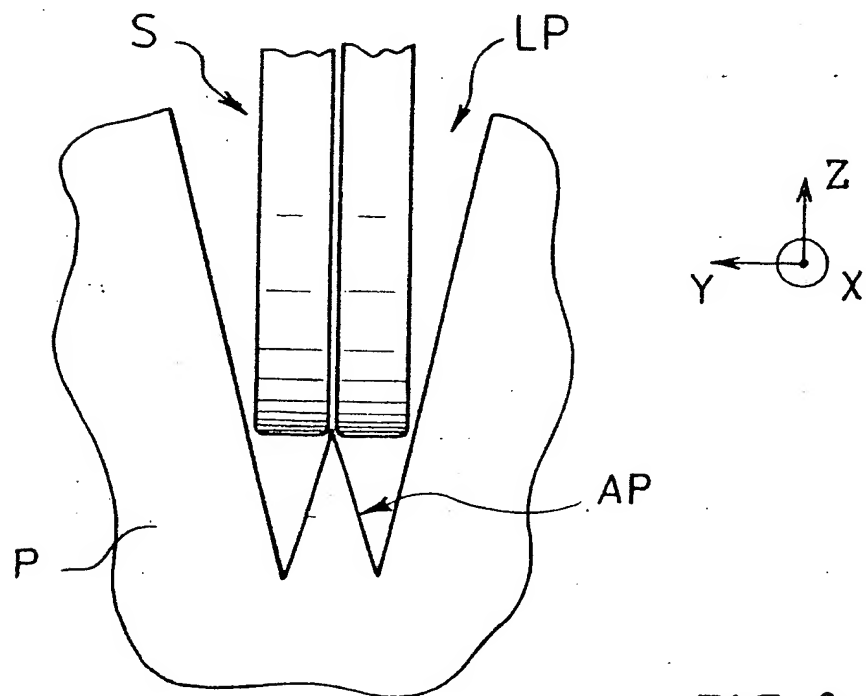


FIG. 8

## DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

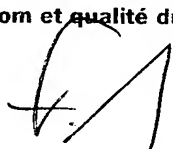
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1/2

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		239271 D19618 JC	
		0110537	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)			
Dispositif de décollement de substrats et procédé associé.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES : Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN - FRANCE			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		BARGE Thierry	
Prénoms			
Adresse	Rue	38, rue Félix Esclançon	38000 GRENOBLE, FR
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		SCHWARZENBACH Walter	
Prénoms			
Adresse	Rue	249 Chemin de l'Eglise	38330 BIVIERS, FR
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		WAECHTER Jean-Marc	
Prénoms			
Adresse	Rue	Rue des Vignes	38660 SAINT VINCENT DE
	Code postal et ville		MERCUZE, FR
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)			
 92-1001			

**BREVET D'INVENTION****CERTIFICAT D'UTILITÉ**

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

**DÉPARTEMENT DES BREVETS**

26 bis, rue de Saint Pétersbourg

75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 2.12.

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 W / 260899

<b>Vos références pour ce dossier</b> (facultatif)			
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		239271 D19618 JC	
<b>TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)		0110537	
Dispositif de décollement de substrats et procédé associé.			
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>			
S.O.I.TEC SILICON ON INSULATOR TECHNOLOGIES : Parc Technologique des Fontaines - Chemin des Franques, 38190 BERNIN - FRANCE			
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b> (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages).			
Nom		TRUONG Thuan	
Prénoms			
Adresse	Rue	Les Chenevières - 1 Etg. 68, Allée de la Fraternité 38420 DOMENE, FR	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom		GHYSELEN Bruno	
Prénoms			
Adresse	Rue	58, rue Georges Maeder 38170 SEYSSINET, FR	
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
Nom			
Prénoms			
Adresse	Rue		
	Code postal et ville		
Société d'appartenance (facultatif)			
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)			